Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE EJECUCIÓN.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODON
MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas 31, 1º piso, puerta 5, 28108 Alcobendas

nexer

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

LISTADO DE DOCUMENTOS

- **MEMORIA DESCRIPTIVA**

- **ANEXOS**

  ANEXO I. ESS

  ANEXO II. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL (CTPMC)

  ANEXO III. CENTRO DE SECCIONAMIENTO (CS)

  ANEXO IV. PUESTA A TIERRA

  ANEXO V. CÁLCULOS SECCIÓN DE CONDUCTORES

  ANEXO VI. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

  ANEXO VII. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS

  ANEXO VIII. PLAN DE EJECUCIÓN

  ANEXO IX. RBDA

- **PLANOS**

- **PLIEGO DE CONDICIONES**

- **PRESUPUESTO**

- **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

MEMORIA DESCRIPTIVA

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODON
MADRID

JULIO 2025

NANGA INVESTMENTS, S.L.

nexer

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

0 ÍNDICE

MEMORIA

0 ÍNDICE 6

1 FICHA DEL PROYECTO 9

2 AGENTES DEL PROYECTO 10

2.1 PETICIONARIO Y TITULAR 10
2.2 EMPRESA REDACTORA DEL PROYECTO. 10

3 ANTECEDENTES 11

4 OBJETO Y ALCANCE 14

5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 15

6 NORMATIVA LEGAL. 17

NORMATIVA GENERAL 17
CABLE ELÉCTRICO 18
DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS BAJA TENSIÓN 18
DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS ALTA TENSIÓN 19
MEDIDA DE ENERGÍA 19
TRANSFORMADORES 19
INVERSORES 20
SISTEMA DE CONTROL, COMUNICACIONES Y MONITORIZACIÓN 20
PROTECCIONES 20
SISTEMAS DE CALIDAD Y MEDIOAMBIENTAL 21
CONSTRUCCIÓN Y OBRAS CIVILES 21
SEGURIDAD Y SALUD 22
OTRAS NORMATIVAS 22

7 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS 23

8 EMPLAZAMIENTO. 27

8.1 UBICACIÓN 27
8.2 SUPERFICIES 28
8.3 COORDENADAS 28
8.4 ACCESOS 30

9 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA) 31

10 ORGANISMOS AFECTADOS. 32

11 VIDA ÚTIL. 33

12 SERVIDUMBRES 34

13 ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA 36

14 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN. 38

14.1 POTENCIA INSTALADA 38
14.2 POTENCIA DE ACCESO Y CONEXIÓN CONCEDIDA 39

14.3 DESCRIPCIÓN GENERAL. 40
14.4 ALMACENAMIENTO BESS. 42

15 ESS. CONTENEDOR DE BATERÍAS. 44

15.1 GENERALIDADES. 44
15.2 FICHA TÉCNICA. 47

16 PCS. INVERSOR PARA SISTEMA DE ALMACENAMIENTO 48

16.1 GENERALIDADES. 48
16.2 FICHA TÉCNICA. 50

17 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN 52

17.1 CABLEADO 52
CABLE DC 52
CABLEADO AC 52
17.2 PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN 53
17.3 RED DE PUESTA A TIERRA. 54
17.4 CANALIZACIONES. 55

18 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCION Y MEDIDA(CT). 57

18.1 EQUIPAMIENTO GENERAL 57
18.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. 58
18.3 TRANSFORMADOR. 59
18.4 PROTECCIONES 60
18.5 MEDIDA 61

19 LÍNEA DE EVACUACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 64

19.1 CABLEADO. 64

20 SERVICIOS AUXILIARES 66

21 PUNTO DE CONEXIÓN A RED. 67

22 OBRA CIVIL 79

22.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO 79
22.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS 80
22.3 ACCESOS Y VIALES INTERNOS 81
22.4 RED DE DRENAJES 83
22.5 ZANJAS PARA CABLES 84
22.5.1 PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD) 85
22.6 CIMENTACIONES DE CENTROS ELÉCTRICOS 99
22.7 VALLADO PERIMETRAL 99

23 AFECCIONES. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 101

24 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN. 104

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA. 104
INFRAESTRUCTURAS DE COMUNICACIONES. 105
SISTEMA BMS 105
SISTEMA EMS 106
SISTEMA SCADA. 107

POWER PLANT CONTROLLER (PPC). 107

25 SISTEMA DE SEGURIDAD. 108

26 INSTALACIONES AUXILIARES: CENTRO DE CONTROL Y ALMACÉN 109

27 INSTALACIONES PARTICULARES. 110

27.1 REQUISITOS GENERALES: 111
27.2 REQUISITOS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS: 113
27.3 REQUISITOS PARA EXTERIORES 113
27.4 REQUISITOS DE LOS CIMIENTOS 114

28 SISTEMA CONTRA INCENDIOS. 116

29 GESTIÓN DE RESIDUOS. 117

29.1 GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 119

30 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN 120

31 DESMANTELAMIENTO 122

32 PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 123

33 PRESUPUESTO DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS 124

34 CONCLUSIONES. 125

1 FICHA DEL PROYECTO

NOMBRE PROYECTO	*BESS AGUIJÓN*
TECNOLOGÍA	*Sistema de almacenamiento de energía eléctrica mediante baterías de litio-ferrofosfato con carga y descarga a la red (stand alone)*
OBJETO	*Definición de todos los elementos y características técnicas, de seguridad y calidad que debe reunir la instalación de almacenamiento BESS.* *Obtención de las resoluciones administrativas siguientes:* - *Autorización Administrativas Previa* - *Autorizaciones/consultas de Organismos afectados*
ALCANCE	*Sistema de Almacenamiento de Energía por baterías (BESS)* *Línea de evacuación*
EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN	*Centro Geométrico* *28181A007000360000SE* *Polígono 7, Parcela 36* *28.670 VILLAVICIOSA DE ODON* *MADRID*
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:	
POTENCIA ACCESO CONCEDIDA(CONSUMO)	*3,50 MW*
POTENCIA ACCESO CONDEDIDA (GENERACIÓN)	*2.2 MW*
POTENCIA INSTALADA TOTAL	*3,78 MW*
POTENCIA INSTALADA EN INVERSORES (PCS)	*3,78 MW*
CAPACIDAD INSTALADA ALMACENAMIENTO (BATERIA)	*15,045 MWh*
BATERÍA. MODELO/CAPACIDAD	*SUNGROW ST5015UX - 4H*
INVERSOR (PCS). MODELO/POTENCIA	*SUNGROW SC210HX/ 210 kW (@45ºC)*
PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN	*NANGA INVESTMENTS, S.L.* *CIF: B56632664* *Domicilio social: Avenida de Bruselas 31, 1º piso, puerta 5, 28108 Alcobendas* *Contacto: Ana Collado Martínez-Azua* *Correo: acollado@nexer.es*
TITULAR FINAL DE LA INSTALACIÓN	*NANGA INVESTMENTS, S.L.* *CIF: B56632664* *Domicilio social: Avenida de Bruselas 31, 1º piso, puerta 5, 28108 Alcobendas Contacto: Ana Collado Martínez-Azua* *Correo: acollado@nexer.es*
AUTOR DEL PROYECTO	*ANTONIO MORENO SANCHEZ* *Ingeniero Técnico Industrial* *Colegiado 1.327 COGITI C. REAL*
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	*2.662.884,31 €*

2 AGENTES DEL PROYECTO

2.1 PETICIONARIO Y TITULAR

El presente proyecto se redacta a petición del titular de las instalaciones proyectadas:

Nombre de la Sociedad: **NANGA INVESTMENTS, S.L.**
CIF: **B56632664**
Domicilio social: **Avenida de Bruselas 31, 1º piso, puerta 5, 28108 Alcobendas**
Contacto: Ana Collado Martínez-Azua Telf.: 617079300 email: acollado@nexer.es

2.2 EMPRESA REDACTORA DEL PROYECTO.

La empresa responsable de la redacción del presente proyecto es:

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Marconi, 3
13005 Ciudad Real

El autor del proyecto es:
Nombre: **Antonio Moreno Sánchez**
Colegio: **Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real**.
Nº de colegiado: **1.327**
Contacto: **amoreno@renerix.com / 667040090**

3 ANTECEDENTES

La compañía NANGA INVESTMENTS S.L. está interesada en la promoción y construcción de un **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)** denominado **BESS AGUIJÓN** y las condiciones de conexión a la red, situada en el término municipal de **VILLAVICIOSA DE ODON**, provincia de MADRID (España).

Este proyecto desarrollado por NANGA INVESTMENTS S.L. quiere llevarse a cabo en la provincia de MADRID con el objeto de mejorar la optimización y rendimiento de la energía eléctrica, utilizando las más recientes tecnologías desarrolladas en este tipo de instalaciones, desde el criterio de máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

NANGA INVESTMENTS S.L. tiene concedido el punto de acceso y conexión por parte de la compañía I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. concede, según permiso de acceso y conexión con referencia 9044176826 y fecha 19/03/2025, el acceso y conexión de la planta de almacenamiento con una potencia concedida de generación de 2200 kW y una potencia concedida de consumo de 3500 kW, Indicando en el pliego de condiciones EXP-28-9044176826 y fecha 05/11/2024 que será a través de La línea 17 - SUECA 2 de 20 kV de la ST POZUELO (20 kV), alimentada desde STR LA PERATA, en el tramo comprendido entre los apoyos número 2381 (120873779) y 239 (7079808), tramo de red donde el solicitante ha previsto el punto de conexión, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento tele mandado en dicha línea mediante una entrada/salida, con código de identificador único 7786112 y coordenadas en el sistema ETRS 89 (HUSO 30): [X=426479,36 m; Y=4469805,07 m].

Existirán dos proyectos diferenciados, uno perteneciente al **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)** denominado **BESS AGUIJÓN** (el presente proyecto) y otro correspondiente a su infraestructura de interconexión (correspondiente con el Centro de Seccionamiento, línea de interconexión desde el Centro de Seccionamiento hasta el punto de concesión y su correspondiente infraestructura).

El proyecto de la planta conformará todo lo relativo al **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)** desde las baterías hasta el Centro de Seccionamiento, incluyendo la línea de evacuación entre el Centro de Transformación, Protección, Medida y Control y el Centro de Seccionamiento.

El proyecto de interconexión englobará lo perteneciente a la infraestructura de interconexión, desde el Centro de Seccionamiento al cual se conectará la planta hasta el punto de conexión concedido por I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U.

Se adjunta, la documentación en la que la compañía distribuidora concede el punto de conexión para la potencia de la instalación que en este proyecto se describe.

En las mencionadas condiciones técnicas de conexión se indica la infraestructura eléctrica de interconexión necesaria, así como qué parte de esa infraestructura será de futura cesión a la compañía eléctrica y qué parte quedará en propiedad de la empresa promotora.

i-DE Grupo Iberdrola

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3863, Libro 0, Folio 179, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avda BRUSELAS, 31
28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Referencia: 9044176826
Asunto: Permiso de Acceso y Conexión

19 de Marzo de 2025

Estimados clientes,

Le comunicamos que una vez cumplidos los requisitos establecidos por la normativa vigente, emitimos, para la instalación que se detalla a continuación, los **PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN:**

Referencia: 9044176826 CUPS: ES0021000043612006XR
Titular del Permiso: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Capacidad de acceso concedida: 2200 kW
Tensión de conexión: 20.000 V
Situación: Poli SIETE, PARCELA 36 VILLAVICIOSA DE ODON - MADRID
Potencia instalada: 5000 kW
Tecnología de Generación: Acumulación

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

- Potencia nominal de Generación: 5000 kW
- Potencia nominal de Consumo: 5000 kW
- Total energía máxima almacenable: 20000 kW

Centro Geométrico de la Planta:
Las coordenadas del centro geométrico de la planta generadora, a efectos de lo dispuesto en disposición adicional decimocuarta y en el anexo II del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre son las siguientes (formato ETRS89 H30):

X: 425668 Y: 4469581

Fecha de emisión del Permiso de Acceso y Conexión: 19.03.2025

Las condiciones técnicas y económicas correspondientes a los permisos de acceso y conexión emitidos son las ya informadas para esta instalación con fecha 13.11.2024, aceptadas por Vd. con fecha 18.02.2025.

En el momento de emisión de este permiso, las garantías económicas constituidas ante la administración correspondiente son las presentadas en el día 08.07.2024 por un importe de 199.960,00 €.

La fecha de emisión de estos permisos es la que determinará el inicio del cómputo de los plazos para el cumplimiento de las obligaciones contempladas en el RD 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Aprovechamos la ocasión para saludarle atentamente,

4 OBJETO Y ALCANCE

Se redacta el presente proyecto con objeto de describir de forma general las características principales del **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)** denominado **BESS AGUIJÓN** y las condiciones de conexión a la red, situada en el término municipal de **VILLAVICIOSA DE ODON**, provincia de MADRID (España), y con la finalidad de obtener la necesaria Autorización Administrativa Previa.

Para ello se tendrá en cuenta la normativa Estatal, Autonómica y Municipal vigente en la fecha de redacción de este documento, y se podrá emplear para solicitar cualesquiera otros permisos, licencias y autorizaciones requeridas para su legalización.

Este SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED también es conocido como **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO STAND-ALONE CONECTADO A RED.**

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

Se abordará, en la presente memoria, la definición de los siguientes elementos:

- **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA** ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED "BESS AGUIJÓN**"**, de:
  - Potencia Instalada Activa: 3,78 MW
  - Potencia de nominal de Consumo: 3,50 MW
  - Potencia de nominal de Generación: 2,20 MW
  - Capacidad de Almacenamiento: 15,045 MWh
- **LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN** (<36kV):
  - Línea de Evacuación "CTPMC BESS AGUIJÓN -CS" (LSMT) de 20 KV

5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los sistemas de almacenamiento eléctrico autónomos conectados a la red son una parte fundamental de la infraestructura energética moderna, proporcionando flexibilidad y resiliencia a la red eléctrica.

La realización de instalaciones con sistemas de almacenamiento de energía autónomos conectados a la red de distribución tiene su justificación por las siguientes razones:

1. **Almacenamiento de Energía**: Utilizan dispositivos de almacenamiento como baterías, que acumulan energía durante períodos de baja demanda o cuando hay excedentes de energía (por ejemplo, de fuentes renovables como solar o eólica).
2. **Interconexión**: Están conectados a la red eléctrica, lo que les permite suministrar energía al sistema en momentos de alta demanda o durante interrupciones del suministro, mejorando la estabilidad de la red.
3. **Gestión de la Energía**: Incorporan sistemas de gestión que controlan cuándo cargar y descargar energía, optimizando su funcionamiento en función de las tarifas eléctricas, la producción de energía renovable y las necesidades de la red.
4. **Beneficios para la Red**: Ayudan a equilibrar la oferta y la demanda de electricidad, reducen la necesidad de peajes a las plantas de generación y pueden participar en programas de respuesta a la demanda o de regulación de frecuencia.
5. **Aplicaciones**: Se utilizan en diversas aplicaciones, desde instalaciones comerciales y residenciales hasta grandes plantas industriales y sistemas de energía renovable a gran escala.
6. **Reducción de Costos Energéticos**: Almacenar energía durante horas de baja demanda cuando las tarifas son más bajas y utilizarla durante picos de demanda puede resultar en ahorros significativos en facturas de electricidad.
7. **Estabilidad de la Red**: Ayudan a estabilizar la red eléctrica, proporcionando energía instantáneamente en momentos de baja oferta, lo que reduce el riesgo de apagones y fluctuaciones en la tensión.
8. **Aumento de la Eficiencia Energética**: Almacenar y utilizar energía cuando es más conveniente optimiza el uso de recursos energéticos y mejora la eficiencia general del sistema energético.
9. **Apoyo a la Resiliencia Energética**: En situaciones de emergencia o desastres naturales, estos sistemas pueden proporcionar energía crítica, manteniendo operaciones en centros de salud, refugios, y otras infraestructuras clave.
10. **Incentivos Gubernamentales**: En muchos lugares, existen subsidios, incentivos fiscales y tarifas preferenciales para la instalación de sistemas de almacenamiento de energía, lo que puede reducir el costo inicial.

11. **Flexibilidad en el Suministro**: Permiten a los usuarios ajustar su consumo y generación, lo que ofrece mayor control sobre su suministro energético, adaptándose a cambios en la economía o en las políticas energéticas.
12. **Contribución a la Sostenibilidad**: Promueven un uso más responsable de la energía, ayudando a reducir la dependencia de combustibles fósiles y contribuyendo a metas de sostenibilidad y reducción de emisiones de carbono.
13. **Contribución a Redes Inteligentes (Smart Grids)**: Su implementación es un paso hacia la creación de redes eléctricas más inteligentes que manejan mejor la información y responden de manera más eficiente a las demandas y condiciones del sistema.

6 NORMATIVA LEGAL.

Salvo donde se indique de otra forma en este documento, el diseño, la construcción, ensayos, instalación y puesta en servicio de equipos estarán de acuerdo con los requerimientos exigidos en la última edición de los Códigos, Normas y Reglamentos vigentes de aplicación.

Normativa general

- Directiva (UE) 2019-944 sobre normas comunes del mercado interior de la electricidad.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red
- Reglamento (UE) 2019-943 sobre el mercado interior de la electricidad.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 - Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 - Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- P.O. 12.2 Instalaciones conectadas a la red de transporte: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio.

- UNE-EN IEC 63056:2020 Elementos secundarios y baterías que contienen electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para baterías de litio para su uso en sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.
- IEC 62281 (versión IEC de la UN 38.3 – son iguales): Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport.
- UL 9540A Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems (requerida para los suministros de este Proyecto al no haber equivalente Europeo).
- UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE-EN 62477 Requisitos de seguridad para sistemas y equipos de conversión de potencia de semiconductores.
- Resolución de la Secretaría de Estado de Energía del 29 de junio de 2021 sobre el Acuerdo de celebración de concursos de capacidad de acceso en determinados nudos de la Red de Transporte.

Cable eléctrico

- IEC 60228 Conductores de cables aislados
- IEC 60331- Pruebas para cables eléctricos en caso de incendio
- IEC 60332 Pruebas para cables eléctricos y de fibra óptica en caso de incendio
- IEC 60502 Cables de alimentación con aislamiento extruido y sus accesorios desde 1 kV a 20KV
- IEC 60840 Cables de alimentación con aislamiento extruido y sus accesorios de 20KV a 150 kV
- IEC 60702 Cables con aislamiento mineral y sus terminaciones de hasta 750 V
- IEC 60754 Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables
- IEC 50262 Prensaestopas para instalaciones eléctricas
- IEC 60068-2-78 Ensayos ambientales. Parte 2-78: Ensayos. Ensayo Cab: Calor húmedo, ensayo continuo.
- IEC 60811 Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 201: Ensayos generales. Medición del espesor de aislamiento.
- EN 60332-1-2 Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre- mixed flame.
- IEC 60695-7-2:2011: Fire hazard testing - Part 7-2: Toxicity of fire effluent - Summary and relevance of test methods

Dispositivos eléctricos baja tensión

- IEC 60947 Aparamenta de baja tensión
- IEC 61439 Conjuntos de aparamenta de baja tensión

- UNE-EN 50102 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)
- IEC 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- IEC 60898 Accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- IEC 60269 Fusibles de baja tensión

Dispositivos eléctricos alta tensión

- IEC 62271- Dispositivos eléctricos de alta tensión
  - Parte 1: Especificaciones comunes.
  - Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
  - Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
  - Parte 200: Dispositivos eléctricos bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- IEC 60694 Estipulaciones comunes para la aparamenta de alta tensión
- IEC 60420 Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión.
- IEC 60282-2 Fusibles de Alta tensión
- IEC 60255 Relés de medida y equipos de protección
- IEC 60298 Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV inferiores o iguales a 52
- IEC 60265 Interruptores de alta tensión.
  - Parte 1: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- IEC 60815: (Serie completa: partes 1, 2 y 3): Selección y dimensionamiento de los aisladores de A.T para uso en las condiciones de contaminación.

Medida de energía

- IEC 62053 Equipos de medida de la energía eléctrica (ca). Requisitos particulares.
- IEC 60051-1 Instrumentos de medida eléctricos con indicación analógica por acción directa y sus accesorios. Parte 1: Definiciones y requisitos generales comunes a todas las partes.
- IEC 61036 Contadores estáticos de energía activa para corriente alterna (clase 1 y 2).

Transformadores

- REGLAMENTO (UE) No 548/2014 DE LA COMISIÓN de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes
- IEC 60076 Transformadores de potencia.
- IEC 60044-1 Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad
- IEC 60044-2 Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
- IEC 61378-1 Transformadores de convertidor.

Inversores

- IEC 62109: Seguridad de los convertidores de potencia.
- IEC 62116: Inversores conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- IEC 61683 Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62093, Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía. Cualificación del diseño y ensayos ambientales
- IEC 61000-5-2, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 5: Guías de instalación y atenuación. Sección 2: Puesta a tierra y cableado.
- IEC/EN 62894 Photovoltaic inverters - Data sheet and name plate
- IEC/EN 60146-2 Semiconductor converters
- IEC/EN 62109 Seguridad de los convertidores de potencia
- IEC/EN 61000 Compatibilidad electromagnética (CEM)
- IEC 62477- Requisitos de seguridad para sistemas y equipos de conversión de potencia de semiconductores.
- UNE-EN 50530:2011 Rendimiento global de los inversores.

Sistema de control, comunicaciones y monitorización

- IEC 61850 V2, Sistemas y redes de comunicación para automatización de sistemas de potencia.
- IEC 60870, Equipos y sistemas de telecontrol.
- IEC 60801 Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales.
- IEC 61850: 2016 Sistemas y Redes de Comunicación para automatización de Sistemas de Potencia – Todas las partes.

Protecciones

- IEC/TR 60755, Requisitos generales de dispositivos de protección operados por corriente residual.
- IEC 60947-2, Dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.
- IEC 60947-3, Dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- IEC 60998-1, Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y análogos. Parte 1: Requisitos generales.
- IEC 61439-1, Conjuntos de dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- IEC 61557, Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión hasta 1 000 V c.a. y 1 500 V c.c. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección.
- IEC 61643-11, Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo.

Sistemas de calidad y medioambiental

- ISO 9001-Sistemas de gestión de la calidad
- ISO 14001- Sistemas de gestión ambiental.
- ISO 10005:1995-Quality management-Guidelines for quality plans
- ISO 10006:1997-Quality management-Guidelines for quality in project management
- ISO 10007:1995-Quality management-Guidelines for configuration management
- ISO 10011-1:1990-Guidelines for auditing quality systems-Part 1
- ISO 10011-2:1991-Guidelines for auditing quality systems-Part 2: Qualification criteria for quality system auditors
- ISO 10011-3-:1991-Guidelines for auditing quality systems-Part 3: Management of audit programs

Construcción y obras civiles

- Código Técnico de la Edificación (CTE) de marzo 2006.
  - CTE DB-SE Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural.
  - CTE DB-SE AE Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.
  - CTE DB-SE C Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Cimientos.
  - CTE DB-SE A Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acero.
  - CTE DB-SE F Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Fábrica.
  - CTE DB-SI Código Técnico de la Edificación. Seguridad en caso de Incendio.
  - CTE DB-SUA Código Técnico de la Edificación. Seguridad en caso de Utilización y Accesibilidad.
  - CTE DB-HS Código Técnico de la Edificación. Salubridad.
  - CTE DB-HR Código Técnico de la Edificación. Protección frente el ruido.
  - CTE DB-HE Código Técnico de la Edificación. Ahorro de energía.
- Hormigón estructural EHE-08.(RD 1247/2008)
- NCSR-02. norma de construcción sismoresistente RD 997/2002
- Reglamento de seguridad contra incendio en los establecimientos industriales. R. D. 2267/2004
- Eurocódigo
  - EN 1990 Eurocódigo. Bases de diseño estructural.
  - EN 1991 Eurocódigo 1. Acciones en estructuras.
  - EN 1992 Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón.
  - EN 1993 Eurocódigo 3. Proyecto de estructuras de acero.
  - EN 1994 Eurocódigo 4. Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.
  - EN 1996 Eurocódigo 6. Proyecto de estructuras de fábrica.
  - EN 1998 Eurocódigo 8. Proyecto de estructuras sismorresistentes.
- ACI 318 Building Code Requirement for structural Concrete.
- ACI 360R Design of Slab-on-Grade.
- ACI 351.3R Foundation for Dynamic Equipment.

Seguridad y salud

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/1995) y Reglamentos y documentos asociados.
- Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 2267/2004).
- Disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo (RD 486/1997).
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (RD 614/2001).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Real Decreto 3275/2972)

Otras Normativas

- Condiciones y Ordenanzas Municipales impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Ley 10/2023, de 28 de diciembre, de medidas fiscales y administrativas, por la que se modifica la Ley 2/2016, de 10 de febrero, del suelo de Galicia.

7 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

La capacidad de almacenamiento de energía (medida en MWh/MW), es evaluada como el tiempo durante el cual el almacenamiento es capaz de proveer al sistema de manera sostenida su potencia máxima.

La eficiencia del ciclo de almacenamiento de energía debe evaluarse para un ciclo completo de toma y entrega de energía en el punto de conexión a la red manteniendo entre el final del proceso de carga y el inicio del proceso de descarga la energía almacenada durante un periodo de 24 horas. Para su evaluación se han de tener en cuenta, adicionalmente a las pérdidas del propio sistema de almacenamiento (fugas, evaporación, …), las pérdidas asociadas a todos los elementos que compongan la instalación de almacenamiento, tales como transformadores, etc.

La inercia es un indicador y se evalúa en términos del valor de constante de inercia (en segundos) referida a su potencia nominal en MVA. Si es mediante inversores de electrónica de potencia se denomina (APE).

Una medida de la fortaleza del sistema es evaluar la potencia de cortocircuito trifásica efectiva (Scc), concepto definido en la resolución de 20 de mayo de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen las especificaciones de detalle para la determinación de la capacidad de acceso de generación a la Red de Transporte (RdT) y a la Red de Distribución (RdD). En caso de que la tecnología sea de APE, se medirá el "Short Circuit Ratio" (SCR), que relaciona la Scc en el punto de conexión y el volumen de convertidores de electrónica de potencia conectados en ese nudo. A efectos de evaluar la contribución a la fortaleza del sistema se valorará, si es APE sus necesidades SCR, para funcionar correctamente.

Para mitigar el riesgo de aparición o el poco amortiguamiento de estas oscilaciones se dota a las excitatrices de las máquinas síncronas de sistemas de estabilización (Power System Stabilizers, PSS) o, de controles para el amortiguamiento de las oscilaciones (Power Oscillation Damping POD) para equipos conectados con interfaz de electrónica de potencia. Este criterio se evalúa en función de la disponibilidad de la implementación de estos equipos/controles específicos para amortiguar las oscilaciones.

La capacidad de participar en el mercado de regulación secundaria, se evalúa en función de la capacidad de disponer de un control que responda a una consigna de variación de potencia, con un tiempo máximo de activación de 5 minutos. La capacidad de proveer el servicio de regulación secundaria debería aportarla el almacenamiento en sus dos modos de funcionamiento (entrega y toma de energía).

La capacidad de gestión de rampas, se evalúa en función de la capacidad de disponer de un control de limitación de rampas. En el caso de que el almacenamiento no tuviese capacidad técnica para implementar la limitación de rampa con un control continuo, se permitirá cumplimentar este requisito mediante escalones de tiempo discreto de hasta 15 minutos.

La velocidad máxima de carga / descarga representa los MW/min que el almacenamiento puede alcanzar en su funcionamiento. Este criterio se evalúa en función de la capacidad que dispone el almacenamiento para cargar/descargar a diferentes velocidades.

La velocidad de conmutación entre el ciclo de carga y ciclo de descarga se evalúa en términos del tiempo mínimo que requiere el almacenamiento para pasar del modo de carga (consumo de potencia) al modo descarga (inyección de potencia) o viceversa.

Capacidad del almacenamiento para gestionar las modificaciones de su programa de carga / descarga. Se distingue la capacidad de gestión teniendo en cuenta si el almacenamiento dispone o no de un mínimo técnico. Se evalúa en función de la capacidad para ajustar su programa en cualquier punto de funcionamiento entre el valor "máximo" y "mínimo", entendiendo este valor "máximo" como su capacidad máxima de entrega de potencia, y el "mínimo", como su capacidad máxima de toma de potencia.

La tecnología para que sea capaz de proveer servicios de reposición del sistema se denomina "black start". La puntuación del tiempo de mantenimiento del servicio será aditiva a la del tipo de capacidad de servicio, y se podrá sumar también la puntuación de las dos tipologías de servicio. El tiempo de mantenimiento del servicio se evaluará a potencia nominal del sistema de almacenamiento.

La capacidad residual es la correspondiente al final de la vida útil del sistema.

A continuación se presentan algunas abreviaturas de interés:

- AT: Alta tensión, en corriente alterna >36 kV. Redes superiores a 36 kV, según la Norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional. Dentro de esta categoría existen dos subtipos: la primera de alta tensión con una potencia superior a 66 kV e igual o inferior a 220KV, y la segunda, superior a 36 kV e igual o inferior a 66 kV
- MT: Media tensión en corriente alterna entre 1kV y 36 kV
- POI: Point of Interconnection. Punto de Interconexión de la instalación proyectada con la red existente
- BMS: Battery management system. Sistema de gestión y protección a bajo nivel de las celdas de baterías, de sus ensamblajes básicos (módulos y series / racks). Comunica con el EMS para indicar tensiones, SOC, temperaturas y corrientes, y cuenta con elementos de protección (fusibles, relés) en caso de fallos de control o fallos.

- BESS: Battery electricity storage system. Sistema de almacenamiento de electricidad por medio de baterías.
- Ratio C: Tasa de carga o descarga, dada como la relación entre la corriente de carga o descarga (en A) y la capacidad útil de la batería (en Ah). Una ratio C baja requiere más tiempo de carga o descarga, pero es mejor para la vida útil de las baterías.
- DC: Direct Current. Corriente continua.
- DoD: Depth of Discharge. Profundidad de descarga, que define los límites de operación de ciclado por la diferencia entre el SOC máximo y el mínimo.
- ESS: Energy Storage System. Sistema de almacenamiento de energía, es decir, baterías.
- EMS: Energy management system. Sistema de gestión de energía, clave en la gestión del BESS, que incluye la automatización, monitorización, control y análisis del sistema. Es importante que esté muy bien integrado con el PPC, o mejor que ambas funciones las realice el mismo equipo.
- Integración: Sistema generalmente montado en uno o varios contenedores o envolventes de exteriores, que incluyen todos los elementos necesarios para alojar, gestionar y proteger los sistemas de almacenamiento. No suele incluir el PCS.
- LFP: Química de baterías de litio hierro fosfato (LiFePO4).
- MPPT: Maximum power point tracking. Sistema de seguimiento del nivel de tensión e intensidad que resulta en la máxima potencia alcanzable para el almacenamiento en cada momento. Suele depender de las condiciones climáticas. Define el número de entradas independientes del inversor o PCS, y suele coincidir con el número de stacks.
- NMC: Química de baterías de litio níquel manganeso óxido de cobalto (LiNiMnCoO2 – si lleva aluminio, NMCA).
- O+M: Operación y mantenimiento. Trabajos realizados en las plantas ya instaladas para asegurar su correcta explotación y la conservación de sus equipos a lo largo de su vida útil.
- OCV: Open circuit voltage (tensión de circuito abierto).
- PCS: Power conversion system. Sistema de electrónica de potencia bidireccional que interconecta las baterías con el resto del sistema. Esta conexión puede ser realizada en el lado de CC (PCS DC/DC) o en CA (PCS DC/AC).
- PPC: Power plant controller. Controlador de planta que gestiona la inyección en el punto de conexión en función de su programación o de los comandos en tiempo real del operador del sistema.
- RTE: Round trip efficiency. Eficiencia total del ciclo completo del sistema de almacenamiento entre energía tomada desde una fuente y la finalmente entregada en el punto de conexión a la red. Incluye las pérdidas químicas y las eléctricas (resistivas y en electrónicas de potencia y transformadores).
- SET: Subestación de transformación.
- SAS: Servicios de ajuste del sistema. Además de los servicios obligatorios no retribuidos (como la regulación primaria) y de los transfronterizos, incluyen funciones de seguridad

(solución de restricciones técnicas y control de tensión), de reservas (potencia adicional a subir y banda de regulación secundaria) y servicios de regulación y balance (energía de regulación secundaria, regulación terciaria y gestión de desvíos).

- SOC: State of charge. Estado de carga de las baterías, generalmente medido en % como relación entre la carga acumulada en un momento dado con referencia a la máxima capacidad de carga posible (SOH).
- SOH: State of health. Estado de salud de las baterías, que da la capacidad residual de la batería, generalmente dado como un % sobre la capacidad nominal. Se determina de forma periódica realizando un ciclo de calibración.
- SSAA: Servicios auxiliares (ver elementos en Integración).
- Stack: Puente o banco de electrónica de potencia que incluye los IGBT, sus drivers y las conexiones; es el núcleo básico de los inversores / convertidores.

8 EMPLAZAMIENTO.

8.1 UBICACIÓN

La instalación se encuentra encuadrada en unas parcelas pertenecientes al Término Municipal de VILLAVICIOSA DE ODON, provincia de MADRID (España).

Las coordenadas ETRS89/UTM de referencia y geográficas para el punto central de la instalación son:

X: 426478,23
Y: 4460819,14
Huso: 30

Este punto central se encuentra dentro de las parcelas correspondientes al vallado de la instalación del Sistema De Almacenamiento, concretamente en la parcela con R.C. 28181A007000360000SE.

Las instalaciones proyectadas en las siguientes referencias catastrales:

PROVINCIA	MUNICIPIO	REF. CATASTRAL	POL	PARCELA
MADRID	VILLAVICIOSA DE ODON	28181A007000360000SE	7	36

Para la elección del emplazamiento se han considerado los siguientes puntos:

- Debe existir en las proximidades una subestación o red eléctrica donde pueda concederse un punto de conexión para facilitar la evacuación de la energía generada.
- La parcela debe encontrarse cerca de viales o carreteras por el que puedan acceder a la instalación vehículos industriales.
- La orografía del terreno debe ser lo más regular posible a fin de evitar los movimientos de tierras.
- La superficie de la parcela debe permitir la instalación de la potencia prevista, optimizando la distribución de los elementos de la instalación.
- El impacto visual, se intenta que sea el menor posible.

8.2 SUPERFICIES

Las superficies identificadas en la instalación son:

- **Superficie Vallada**: **642,9 m ^{2}**
  - Zona del sistema de almacenamiento: 270 m^2
  - Superficie para Instalaciones Auxiliares: 36 m2
  - Zonas de acceso y acopios: 336,9 m^2

8.3 COORDENADAS

Las coordenadas UTM de referencia y geográficas para los elementos principales del proyecto están descritas en el plano "*1035-GE-DRW-RNX-00-COORDENADAS*" y son:

VALLADO PERIMETRAL:

VALLADO		
VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
P1	425663.242	4469562.971
P2	425666.627	4469583.011
P3	425694.456	4469580.383
P4	425697.451	4469574.135
P5	425695.278	4469559.698

CTPMC:

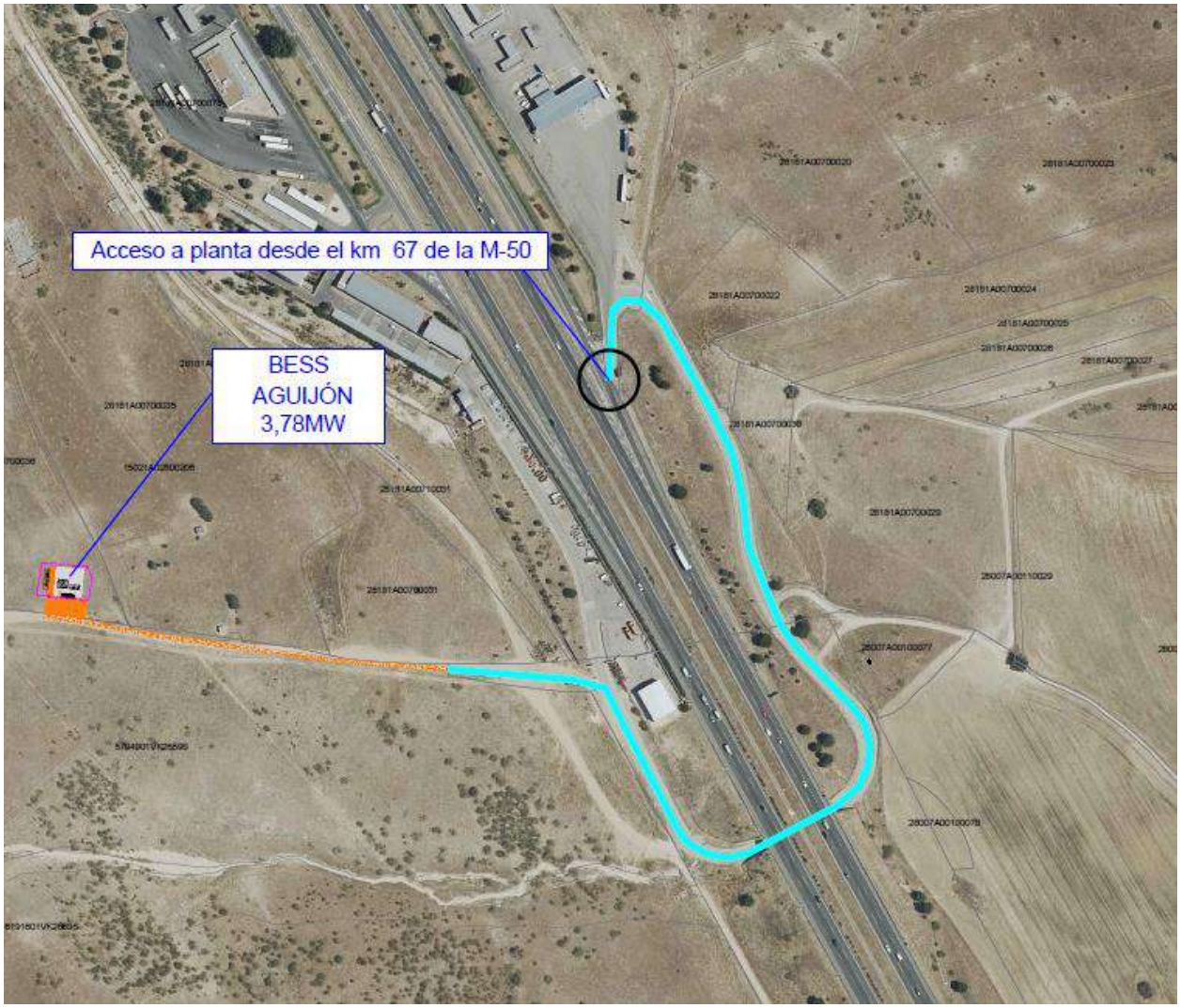
CTPMC		
VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
T1	425686,543	4469562,921
T2	425678,610	4469563,791
T3	425678,290	4469561,532
T4	425686,223	4469560,662

LINEA DE EVACUACIÓN:

LINEA DE EXTENSIÓN		
VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
L1	425679.538	4469561.306
L2	425678.937	4469553.161
L3	425713.638	4469546.729
L4	425719.860	4469540.640
L5	425790.023	4469530.326
L6	425850.743	4469522.188
L7	425966.925	4469513.391
L8	426007.328	4469440.493
L9	426092.039	4469481.141
L10	426176.218	4469521.472

8.4 ACCESOS

El acceso a la instalación se realizará dentro del T.M de VILLAVICIOSA DE ODON desde un camino de nueva construcción que comunica con la salida de la M-50 situada en el Km 67 (ya construido).



9 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA)

La Relación de Bienes y Derechos Afectados para el emplazamiento de la planta solar y el acceso según la Dirección General del Catastro se detalla en el *ANEXO. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA).*

10 ORGANISMOS AFECTADOS.

A continuación, se enumera las administraciones o entes públicos o privados que pueda estar afectados o que sea necesario la comunicación y consulta de la instalación proyectada.

- **Ayuntamiento de VILLAVICIOSA DE ODON.**
- **Ayuntamiento de Alcorcón.**
- **i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. por la conexión de la Planta de almacenamiento a la red de distribución.**
- **Confederación Hidrográfica del Tajo por paralelismo de la planta de almacenamiento con el barranco PASIDRE.**
- **Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid. Oficina de Vías Pecuarias.**
- **Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid por paralelismo de la planta de almacenamiento y cruzamiento de la línea de evacuación Con la M-50**
- **Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). Dirección General de Aviación Civil. Por estar en la zona de servidumbre aeronáutica del aeropuerto Cuatro Vientos.**

11 VIDA ÚTIL.

La instalación se estima tenga una vida útil de 35 años. Realizándose al término de este periodo una evaluación para estimar si se puede mantener en operación la planta de almacenamiento, actualizando equipos, durante otros 35 años más. Los cálculos que se incluyen en el proyecto se estiman para una vida de 35 años

Respecto a la eficiencia de un Sistema de Almacenamiento por baterías, hay que destacar que se produce un aumento de las pérdidas de año en año, por degradación de las baterías, por lo que al final de la vida útil del sistema el rendimiento puede verse reducido en un 30-35%, dependiendo de las condiciones de operación que haya tenido.

12 SERVIDUMBRES

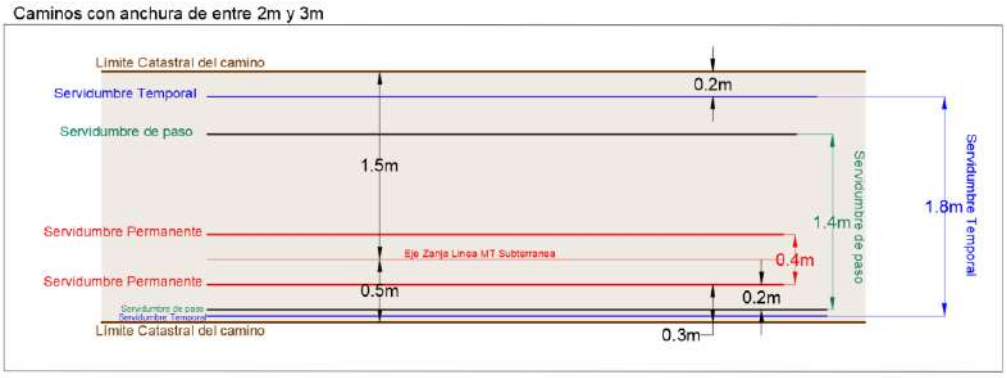
A continuación, se indican las servidumbres necesarias para la construcción y operación de la instalación proyectada:

Servidumbre permanente para Líneas Subterráneas de Media Tensión.
La servidumbre permanente de las líneas subterráneas de media tensión (20KV) corresponderá con el total del ancho de la zanja o canalización de dichas líneas. Las dimensiones se indican en el plano *1122-CV ZANJAS MT*.

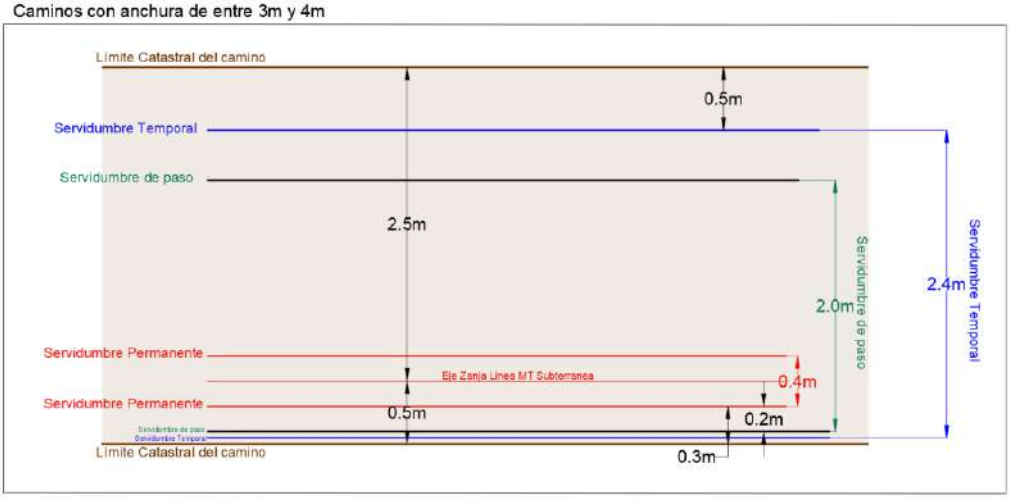
Servidumbre de paso subterráneo para Líneas Subterráneas de Media Tensión.
Según la ITC-LAT-06, apartado 5.1, los cables subterráneos enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de A.T Conforme a lo establecido en el artículo 162 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

La servidumbre de paso estipulada para las líneas de media tensión (20KV) que trascurren por fuera del área vallada de la instalación, en los casos que tramo sea por parcelas privadas, ocupará una franja de 3 metros de ancho a lo largo del trazado soterrado de las líneas eléctricas de Media Tensión, que unen los distintos Centros de Transformación con el centro de reparto de la instalación.

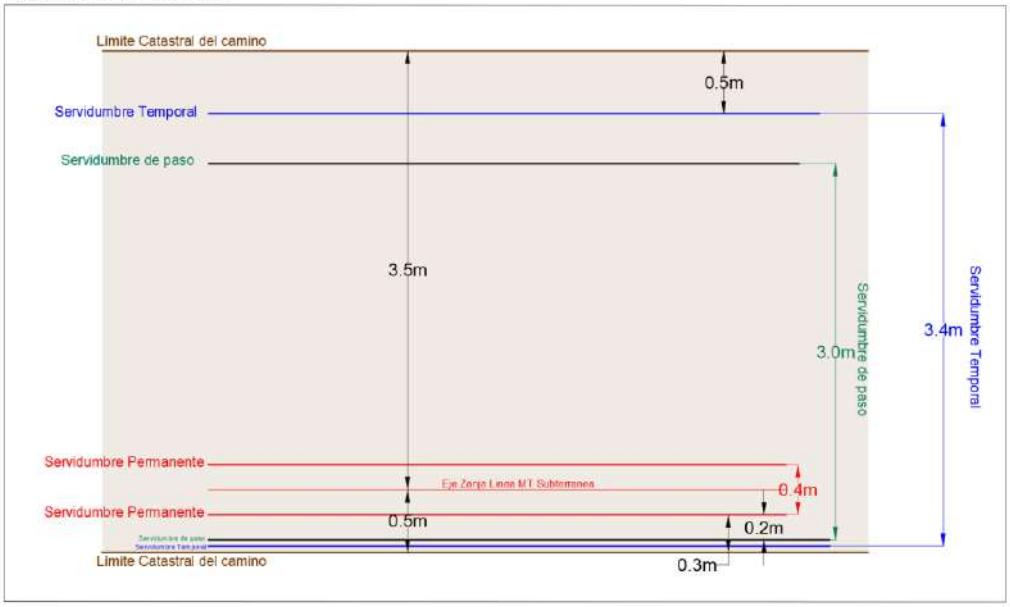
En el caso de que las líneas de media tensión (20KV) transcurran por caminos públicos, la servidumbre de paso se adaptará en base a las dimensiones del camino, no invadiendo en ningún caso las parcelas privadas colindantes al camino. Estas servidumbres de pasos tendrán como mínimo las dimensiones de seguridad indicadas en la ITC-LAT-6, descritas anteriormente, que a continuación se muestran:



Caminos con anchura de entre 3m y 4m



Caminos con anchura >4m



13 ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA

Para estimar el cálculo de la energía que inyectará a la red el sistema de almacenamiento proyecto hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

1. **Potencia Instalada**: Esta es la capacidad máxima del sistema de almacenamiento, medida en kilovatios (kW) o megavatios (MW). Determina la cantidad máxima de energía que puede ser inyectada a la red en un instante determinado.
2. **Capacidad de Almacenamiento**: Medida en kilovatios-hora (kWh) o megavatios-hora (MWh), esta cantidad define cuánta energía puede almacenar el sistema en total. La capacidad de almacenamiento determina por cuánto tiempo se puede inyectar la potencia máxima.
3. **Tiempo de Descarga**: Este parámetro se refiere al período durante el cual el sistema puede inyectar energía a la red.
4. **Eficiencia de Conversión**: Los sistemas de almacenamiento eléctricos, especialmente aquellos que utilizan inversores, tienen una eficiencia de conversión que afecta la cantidad de energía que realmente se puede inyectar a la red.
5. **Patrones de Demanda y Horarios de Inyección**: Las condiciones de la red y la demanda de energía afectan cuándo y cuánto se puede inyectar. Existen momentos del día en los que la demanda es mayor y, por lo tanto, pueden ser más rentables para la inyección de energía.
6. **Estado de Carga de la Batería**: El nivel de carga actual de las baterías también afecta la capacidad de inyección. Una batería completamente cargada puede inyectar su máxima potencia, mientras que una batería parcialmente cargada tendrá una capacidad de inyección proporcional al estado de carga.
7. **Control y Gestión del Sistema**: Los sistemas modernos a menudo incluyen software que gestiona y optimiza la inyección de energía en función del consumo, la producción y las condiciones de mercado, lo que puede influir en la cantidad de energía inyectada.

A continuación, se presenta la estimación de la producción de energía anual vertida a la red eléctrica por la instalación.

Año	Energía Nominal [MWh]	Potencia Nominal [MW]
0	14,18	3,56
1	13,43	3,37
2	13,03	3,27
3	12,71	3,19
4	12,43	3,12
5	12,18	3,06
6	11,94	3,00
7	11,72	2,95
8	11,51	2,89
9	11,32	2,84
10	11,13	2,80
11	10,94	2,75
12	10,77	2,70
13	10,59	2,66
14	10,43	2,62
15	10,27	2,58
16	10,11	2,54
17	9,96	2,50
18	9,81	2,46
19	9,66	2,43
20	9,52	2,39

Energía y potencia estimada para una temperatura de 35ºC, considerando 1 ciclo al día y DoD: 100%

14 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

14.1 POTENCIA INSTALADA

El presente proyecto se denomina **BESS AGUIJÓN** y se define como **un sistema de almacenamiento de energía eléctrica mediante baterías FP (litio-ferrofosfato) con carga y descarga a la red, con una potencia instalada de 3,78MW**

La definición de potencia instalada viene recogida en el artículo 3 del Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, que ha sido modificado por la disposición final tercera.1 del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, teniendo actualmente la siguiente redacción:

> *"La potencia instalada se corresponderá con la potencia activa máxima que puede alcanzar una unidad de producción y vendrá determinada por la potencia menor de las especificadas en las placas de características de los grupos motor, turbina o alternador instalados en serie, o en su caso, cuando la instalación esté configurada por varios motores, turbinas o alternadores en paralelo será la menor de las sumas de las potencias de las placas de características de los motores, turbinas o alternadores que se encuentren en paralelo".*

De conformidad con lo establecido en el artículo 2.i) del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, una instalación de generación de electricidad es

> *"una instalación que se compone de uno o más módulos de generación de electricidad y, en su caso, de una o varias instalaciones de almacenamiento de energía que inyectan energía a la red, conectados todos ellos a un punto de la red a través de una misma posición".*

Se tendrá en consideración lo establecido en la 3º disposición del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, que nos indica que dicha potencia instalada será la potencia total instalada en inversores de la instalación de almacenamiento.

El Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, en respuesta a consulta sobre cuál es la potencia máxima del inversor para calcular la potencia instalada, responde:

> *"La potencia máxima de un inversor que habrá que considerar a efectos de determinar la potencia instalada será la potencia nominal (potencia activa), es decir, aquella que es capaz de soportar en un régimen permanente."*

Por último, es importante señalar que a efectos de la definición de módulo de generación de electricidad se estará a lo previsto en el Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, y en el Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

Con el fin de garantizar que la potencia activa del parque nunca exceda el valor de capacidad máxima en el punto de conexión, el sistema de almacenamiento dispondrá de un **PPC (Power Plant Controller)** que regulará los inversores según las consignas de red, establecidas en la normativa vigente, y que limitará la potencia activa total de la planta de almacenamiento a la potencia de acceso en el punto de conexión.

En nuestro caso, la potencia de cada uno de los inversores, siendo la potencia nominal según el fabricante de 210 kW a 40º. Por tanto, la potencia instalada en el parque será de 3,78 MW.

En conclusión y a efectos de la tramitación de la instalación, la potencia del sistema de almacenamiento proyecto será:

Potencia instalada Sistema de almacenamiento	**3,78 MW**
Potencia Nominal Activa (AC) (inversores)	**3,78 MW**

14.2 POTENCIA DE ACCESO Y CONEXIÓN CONCEDIDA

Para la conexión de la instalación **BESS AGUIJÓN** definida como un sistema de almacenamiento de energía eléctrica mediante baterías FP (litio-ferrofosfato) con carga y descarga a la red, con una potencia instalada de 3,78 MW**, se tiene concedida una potencia de acceso y conexión de**:

Potencia de Acceso y Conexión Concedida por I-DE	**2,20 MW**
Potencia de Acceso y Conexión para generación	**2,20 MW**
Potencia de Acceso y Conexión para consumo	**3,50 MW**

14.3 DESCRIPCIÓN GENERAL.

La instalación objeto del presente proyecto captará energía de la red cuando los precios sean más bajos y liberará esa energía cuando los precios sean más altos para obtener así la mayor rentabilidad. Esta energía que se descarga a la red será de origen electricidad alterna trifásica a 690 V procedente del inversor, que a través de un transformador elevará el nivel de tensiones a 20 KV y, posteriormente se inyectará a la red de distribución de I-DE Redes eléctricas inteligentes S.A.U.

Esta instalación está formada por contenedores con racks de baterías en su interior conectados en paralelo y estos a su vez, formados por baterías conectadas en serie, que acumulan energía en corriente continua.

La energía procedente de la red será captada por las baterías durante las horas más baratas del día y permanecerá almacenada en ellas hasta las horas con los precios más altos donde volverá a ser descargada a la red obteniendo así el mayor rendimiento económico posible de la energía almacenada. La energía procedente de las baterías pasará a un inversor donde se transformará la energía continua de las baterías en alterna, que posteriormente se llevará a un transformador que elevará la tensión al rango de media tensión.

La instalación poseerá el elemento de protección en corriente alterna (interruptor automático de interconexión con la red) que permitirá en cualquier momento separar y aislar la instalación de la red.

Se efectuará la instalación de modo que se asegure un grado de aislamiento eléctrico mínimo en lo que afecta a equipos tales como armarios e inversores, así como al resto de materiales, tales como conductores, cajas, armarios de conexión, etc. En cualquier caso, el cableado de corriente continua será de doble aislamiento.

Otras funciones que realizan los equipos PCS es realizar el acople automático con la red e incorporar parte de las protecciones requeridas por la legislación vigente. La energía es contabilizada y vendida de acuerdo con el contrato de compra-venta previamente que previamente se haya establecido, o a través los mercados eléctricos o los de Servicios de Ajuste de Sistema.

Los contenedores deben tener una preparación especial de intemperie para proteger los equipos y mantener las condiciones climáticas y operativas requeridas para maximizar el rendimiento y la duración de los equipos del BESS, y sobre todo la vida útil de las baterías.

La instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad del suministro y no provocar averías en la red.

También se montará un sistema EMS de planta de almacenamiento para la gestión de la carga y descarga de baterías y la inyección a la red, que se conectará a los PCS, a los gestores de módulo, y al sistema de gestión de los BMS. Conviene integrar estas funciones con el PPC de la planta de almacenamiento de forma que trabajen de forma coordinada, a ser posible integrados en el mismo equipo, que realice ambas funciones (PPC y EMS).

Cada instalación BESS estará constituida, básicamente, por los siguientes elementos:

- Baterías.
- BMS (Battery Management System)
- PCS (Power Conversion System) / Inversor
- Aparellaje
- EMS (Energy Management System) y SCADA
- Sistema DC/AC.
- Protecciones.
- Medida.
- Puesta a tierra.
- Conexión a red.
- Sistemas auxiliares.
- Sistema de monitorización y acceso web.
- Sistema de seguridad perimetral.
- PCI (detección y extinción de incendios)

14.4 ALMACENAMIENTO BESS.

Se construirá un sistema de almacenamiento mediante baterías de litio, en configuración STAND ALONE, utilizando como equipos principales Centros de Transformación Bidireccionales y Armarios (rack o container) de Baterías de Almacenamiento.

Se construirán viales de acceso al parque e interiores de conexión para el acceso y mantenimiento de los equipos.

Se ejecutarán zanjas para las líneas de interconexión internas de media tensión y los tramos enterrados de la línea de enlace de alta tensión.

La instalación de almacenamiento y su infraestructura de evacuación estará constituida por los siguientes elementos principales:

- Acumulador Eléctrico, Baterías de Litio. ESS (*Energy Storage System*)
- Inversores Bidireccionales de conversión de energía eléctrica. PCS (*Power Conversion System*)
- Estaciones de potencia encargadas de la transformación del voltaje de la energía producida.
- Instalaciones Eléctricas de Corriente Continua y Alterna en Baja y Media Tensión (cuadros de nivel, conducciones, cableado, protecciones eléctricas, monitorización, puestas a tierra etc.)
- Transformación y evacuación de la energía. (CT, SE, LSMT)
- Sistemas auxiliares (Vigilancia, Iluminación, Seguridad, …)
- Edificios auxiliares (Control SET, Mantenimiento y Almacén, Equipos de Medida, Casetas de Vigilancia, …)

La eficiencia de ciclo completo (RTE), marca la eficiencia del sistema e incluye las pérdidas eléctricas en cableado y transformador, y las eficiencias de los PCS y por carga y descarga de las baterías.

En resumen, la instalación eléctrica de almacenamiento, junto con las infraestructuras comunes de evacuación, contará con los siguientes datos generales:

DATOS GENERALES DEL SISTEMA BESS	
Características Generales del sistema	
Capacidad de Acceso en POI Consumo/Generación (MW)	3,5 / 2,2
Potencia Instalada de la Planta de Almacenamiento (MW)	3,78
Potencia Activa en Inversores (MW) (**)	3,78
Capacidad Total Energía en Baterías (DC) (MWh) (*)	15,045
Energía máxima generada por ciclo de funcionamiento (MWh) (*)	14,18
Energía máxima consumida por ciclo de funcionamiento (MWh) (*)	14,18
Ratio carga/descarga (*)	≤ 0,25C (4 horas)
Periodo de vida establecido del sistema (años)	20
Características Baterías (ESS)	
Modelo	SUNGROW ST5015UX - 4H
Capacidad Total de Almacenamiento del sistema (MWh) (*)	15,045
Capacidad de Almacenamiento por contenedor (MWh) (*)	5,015
No. total de contenedores de baterías (ud)	3,00
Potencia Total disponible DC (MW)	3,76
Profundidad de descarga DOD (%)	100%
No. de ciclos de carga por día (ud)	1
Características Inversor (PCS)	
Modelo	SUNGROW SC210HX
Potencia nominal de PCS (kW) (**)	210
Cantidad de PCS (ud)	18
Potencia Nominal Total en inversores (kW)	3.780
Características Centro Transformación (CT)	
Tipo de Centro	Skid Exterior
Potencia Transformador (kVA) (**)	3.800
Relación de transformación (kV)	20/0,69
No total de Centros de Transformación (ud)	1,00
Eficiencias y Pérdidas del Sistema	
Eficiencia del PCS (%)	98,50%
Eficiencia del transformador de MT (%)	99,00%
Eficiencia del sistema de SSAA y equipos (%)	97,00%
Pérdidas por temperatura (%)	0,00%
Pérdidas del cableado en el lado DC (%)	0,01%
Pérdidas de los buses del PCS (%)	0,05%
Pérdidas cableado BT AC (%)	0,10%
Pérdidas cableado MT (%)	0,10%
Total Pérdidas (%)	5,76%
Eficiencia del sistema año 0 (%)	94,24%

(*) Características definidas para una temperatura de 35ºC, considerando 1 ciclo al día, DoD: 100% y SoH: 100%

(**) Características definidas para una temperatura de 40 ºC.

15 ESS. CONTENEDOR DE BATERÍAS.

15.1 GENERALIDADES.

El **tipo de batería** a utilizar en el proyecto será **LFP (litio-ferrofosfato):** cuentan con una gran eficiencia, un elevado número de ciclos de carga y descarga, bajas necesidades de mantenimiento y la facilidad de reciclaje de los desechos del litio.

La carga de las baterías se basa en una reacción electroquímica, denominada redox o reducción-oxidación, que consiste en un intercambio de electrones entre los polos de la batería.

En el caso de las baterías de litio, las reacciones electroquímicas implican el movimiento de iones de litio entre los electrodos durante los ciclos de carga y descarga. Aquí hay una descripción general:

1. **Componentes Clave**:
   - **Cátodo**: Generalmente hecho de un material que contiene litio, como óxido de litio-cobalto ($LiCoO_2$) o fosfato de litio y hierro ($LiFePO_4$).
   - **Ánodo**: Usualmente hecho de grafito, donde se almacenan los iones de litio.
2. **Carga**:
   - Durante la carga, se aplica un voltaje al cátodo, lo que provoca que los iones de litio se muevan del cátodo al ánodo a través del electrolito.
   - En este proceso, el cátodo se reduce (gana electrones) y el ánodo se oxida (pierde electrones).
3. **Descarga**:
   - Durante la descarga, los iones de litio se mueven de regreso del ánodo al cátodo, liberando energía en el proceso.
   - Aquí, el ánodo se reduce y el cátodo se oxida.
4. **Eficiencia y Capacidad**: Las reacciones redox que ocurren en las baterías de litio son altamente eficientes, lo que les permite almacenar grandes cantidades de energía en comparación con otros tipos de baterías.

Las reacciones redox en las baterías de litio son fundamentales para su funcionamiento y son parte del mecanismo que les permite almacenar y liberar energía de manera efectiva

En la tabla adjunta puede observarse las características técnicas (eléctricas y físicas) que poseen los armarios/contenedor de baterías proyectadas, y que se resumen en la siguiente:

CARACTERÍSTICAS	
CELDA	
Composición	LFP (litio-ferrofosfato)
Voltaje DC máximo (V)	3,2
Voltaje de Operación (V)	2,5-3,65
Capacidad de la celda (Ah)	314
Capacidad de energía nominal (Wh) (*)	1004,8
Temperatura de carga	0ºC – 50ºC
Temperatura de descarga	-30ºC – 50ºC
PACK BATERÍA	
Configuración	104S1P
Voltaje DC nominal (V)	332,8
Voltaje de Operación (V)	280,8 – 379,6
Capacidad de energía nominal (kWh) (*)	104,499
RACK BATERÍA	
Configuración	416S2P
Numero de Pack de baterías	8
Voltaje DC nominal (V)	1.331,2
Voltaje DC máximo (V)	1.500
Voltaje de Operacion	1.123,2-1.497
Capacidad de energía nominal (kWh) (*)	835,8
SISTEMA (CONTENEDOR)	
Modelo contenedor de baterías	SUNGROW ST5015UX - 4H
Numero de Racks de baterías	2
Voltaje DC nominal (V)	1.331,2
Voltaje DC máximo (V)	1.500
Capacidad de energía nominal (kWh) (*)	5,015
Ratio carga/descarga / Horas sistema	≤ 0.25 C (4 horas)
Potencia DC de funcionamiento (kW) (*)	1,254
Servicios auxiliares por contenedor (pico) (kW)	20,27
Temperatura operación	-30ºC – 50ºC
Sistema contraincendios	FACP a nivel de bloque, FK5112
Tipo refrigeración	Liquido
RENDIMIENTO	
Vida útil con SOH (80%) (años)	16,44
Ciclos con SOH (80%)	6000
Profundidad de descarga establecida para dato anterior (%)	100
Nº de ciclos de carga/descarga por día	1

(*) Las características anteriores están definidas para una temperatura de 35 ºC, considerando un ciclo al día, DoD: 100% y SoH: 100%.

Un armario de baterías consta de una envolvente exterior (armario rack o container), módulos de baterías y los controladores de rack (BMS) cuya función es controlar y optimizar la carga de las baterías en módulos y en rack, mejorando así la seguridad del sistema al evitar cortocircuitos; caja de protecciones, comunicaciones, monitorización y control, sistema de refrigeración por aire y protección contra incendios.

Cada rack es controlado individualmente por su propio BMS, el cual optimiza el ciclo de carga y descarga de cada batería, aísla cada módulo en caso de fallo, evita diferencias de carga entre módulos para que todos rindan de la misma forma y no haya descompensaciones en cuanto a desgaste desigual entre módulos.

15.2 FICHA TÉCNICA.

Fig. 6 Appearance of ST5015UX (Reference)

Tab. 7 Specifications of Battery Container

Battery containers	ST5015UX
Battery configuration	416S12P
Battery capacity (BOL) at DC side	5015 kWh
System output voltage range	1123.2V ~ 1497.6V
Dimensions of battery unit (W x H x D)	6058 x 2896 x 2438mm
Weight of battery container	42.5 tons
Operating temperature range	-30~50°C (> 45°C derating)
Relative humidity	0 to 100% (Non-condensing)
Max. working altitude	4000m 4500m(Optional)
Degree of Protection	IP55
Corrosion Prevention	C4-L
Cooling concept of battery unit	Liquid cooling
Fire safety equipment	Block level FACP, FK5112, Flammable gas detector, Smoke detector, Heat detector, Sounder beacon, Alarm bell, Warning sign, Extinguishant abort button, Ventilation system, Pressure relief port, Manual automatic switching and emergency starting device, Sprinkler and Explosion vent panel
Communication interfaces	Ethernet
Standard	IEC61000, IEC62619, IEC62933, AS3000, UKCA, G99, UN38.3/UN3536, CE, IEC62477

16 PCS. INVERSOR PARA SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

16.1 GENERALIDADES.

El sistema de inversión es el encargado de convertir la corriente continua procedente de las baterías en corriente alterna. La principal característica de los inversores de un sistema BESS es que **son bidireccionales**.

En este caso los inversores (PCS) se encuentran dentro del mismo conteiner que las baterías.

El funcionamiento de los inversores será automático. A partir de que las baterías generan potencia, la electrónica de potencia implementada en los equipos inversores se encargará de supervisar la tensión, frecuencia de red, así como la producción de energía.

La forma de funcionamiento de los inversores es de tal modo que permite la conversión de energía bidireccional DC/AC, actuando como cargador y transmisor. Además, controla la calidad de la electricidad, potencia activa y reactiva y monitoriza el voltaje y el estado operativo. Cuando el precio de la electricidad a los mínimos del día del día el inversor suministrará esa energía a las baterías que la irán almacenando hasta llenar su capacidad, a partir de ese punto las baterías almacenarán la energía hasta el momento en que el precio de la electricidad sea el más alto momento en que la irá liberando hasta vaciarse.

Se instalarán inversores de 210kW (incluidos dentro del mismo contenedor) que cumplirán todos los estándares de calidad requeridos por este tipo de instalaciones. Cumplirán las exigencias requeridas por el RD 1699/2011, el RD413/2014, RD 842/2002 y el RD 223/2008, en cuanto a protecciones, puesta a tierra, compatibilidad electromagnética, etc.

Su rendimiento máximo es superior al 99% y presenta una distorsión armónica inferior al 3%. El seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) consigue que se maximice la potencia entregada a la red, además de la recibida de las baterías.

El inversor entregará una corriente a la red eléctrica con una onda senoidal idéntica a la propia de la compañía eléctrica suministradora, y con un factor de potencia muy próximo a 1 en todas las condiciones de funcionamiento del equipo.

El inversor se encontrará equipado con un transformador de aislamiento trifásico de baja frecuencia, lo cual quiere decir que elimina la posibilidad de inyectar una componente de corriente continua a la red eléctrica general cumpliendo, de esta forma, con la normativa vigente en España.

Cuenta además con las protecciones para garantizar la seguridad y salud de los equipos y personas que hay en sus proximidades.

Cuenta además con las protecciones siguientes:

- Protección contra polarización inversa.
- Protección contra sobretensiones transitorias en entrada y salida.
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas en la salida
- Protección magnetotérmica en alterna.
- Protección contra fallos de aislamiento en continua.
- Protección contra sobretemperatura en el equipo.
- Protección anti-isla (tensión y/o frecuencia de red fuera de rango).
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua y alterna.
- Protecciones fusibles en continua.
- Protecciones fusibles en alterna.

Los parámetros operativos y las lecturas eléctricas pueden ser monitorizados a través de una salida RS-485, o enviarlos a un receptor remoto a través de un módem de telefonía fija o GSM.

El inversor poseerá Marcado CE, y se ajustará a las exigencias del RD 1955/2000 y las Directivas EMC (EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3) y de Baja Tensión (EN 50178)

CARACTERÍSTICAS	
Modelo inversor	SUNGROW SC210HX
Cantidad de inversores totales (ud)	18
Cantidad de inversores por ESS (ud)	6
Potencia nominal del inversor (kW)	210@45ºC
Tensión máxima de entrada DC (V)	1500
Rango de tensión de operación (V)	1000 - 1500
Tensión de salida AC (V)	690
Máxima Corriente entrada DC (A)	212,80

(*) La potencia del inversor será limitada por el fabricante respecto a la potencia indicada en su ficha técnica.

16.2 FICHA TÉCNICA.

Tab. 11 Specification of PCS

DC Side	
Max. DC voltage	1500 V
Min. DC voltage	1000V
DC voltage range for nominal power	1000~1500 V
Max. DC current	212.8A
AC Side (Grid)	
AC output power	210 kVA @45°C
Nominal AC voltage	690V
AC voltage range	621~ 759V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	45 – 55 Hz
AC current THD	< 3% (at nominal power)
Power factor at nominal power	> 0.99
Adjustable reactive power	-100% – 100%
AC Side (Off-Grid)	
Converter port nominal AC voltage	690V
AC voltage range	621~ 759V
AC voltage Distortion	< 3% (Linear load)
DC voltage component	<0.5%Un (Linear balance load)
Unbalance load capacity	100%
Nominal voltage frequency / Voltage frequency range	45 – 55 Hz

Efficiency	
Converter Max. efficiency	99%
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Surge protection	DC Type II / AC Type II
Grid monitoring	Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
General Data	
Dimensions (W×H×D)	790x235 x 880mm
Weight	(85±5) kg
Degree of protection	IP66
Operating ambient temperature range	-30 to 60°C (> 45°C derating)
Allowable relative humidity range	0 to 100% (non-condensing)
Cooling method	Liquid cooling
Max. operating altitude	4000m
Display	APP
Communication	Ethernet
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4
Grid support	L/HVRT, FRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt

17 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

17.1 CABLEADO

El cableado cumplirá con la normativa nacional e internacional correspondiente y se diseñará para minimizar pérdidas. Los cables no contendrán sustancias halógenas y reaccionarán al fuego de acuerdo a las siguientes normativas:

- EN 60332-1-2 Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame.
- IEC 60695-7-2:2011: Fire hazard testing - Part 7-2: Toxicity of fire effluent - Summary and relevance of test methods
- IEC 60502:2012 SER: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 20KV (Um = 36 kV) - ALL PARTS

Si el cableado de BT está a la intemperie deberá funcionar correctamente bajo radiación solar directa, operando de manera continua a 90ºC y su vida útil deberá estar garantizada durante toda la vida útil de la Planta de almacenamiento.

Debe cumplir con la normativa nacional e internacional aplicable y resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV y condiciones meteorológicas adversas.

Las líneas eléctricas tendrán conductores con un aislamiento adecuado conforme a la normativa vigente y con la protección mecánica adecuada a la ubicación de cada línea, con la sección necesaria en cada caso para admitir las intensidades previstas (nominales o excepcionales) y no superar las caídas de tensión máximas.

Cable DC.

El cableado DC es el correspondiente a la conexión entre los racks que contienen los módulos de almacenamiento y el equipo PCS y es suministrado por el fabricante del equipo por ello no se realizará calculo de este cableado.

Cableado AC

El cableado AC es el correspondiente a la conexión del equipo PCS con el transformador que conecta con la red.

El cable a instalar será del tipo CU/XLPE 0,6/1 kV, libre de halógenos y no propagador del incendio CPR Cca, apto para instalaciones directamente enterradas, adecuado para el transporte de energía

eléctrica, con revestimiento de baja emisión de humos y libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4 y un rango de operación de temperaturas de entre -15 °C y +90 °C.

17.2 PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

En cumplimento del REBT, cada circuito dispondrá de las protecciones eléctricas de sobre corrientes; protecciones contra contactos directos, puesta a tierra de la instalación, y protección contra contactos indirectos. También se instalará un sistema de protección contra sobretensiones.

Por todo ello el sistema eléctrico dispondrá de todos los elementos de protección para maximizar la vida útil del generador y asegurar la continuidad de la producción. Los elementos de protección principales para una instalación de almacenamiento son las propias de cada uno de los equipos a instalar.

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

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP54.
- Todos los conductores dispondrán de un aislamiento adecuado y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores a las indicadas tanto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión como por la compañía eléctrica que opere en la zona.
- Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma.
- Los armarios modulares que contienen las baterías, así como los PCS y demás equipos a instalar, se conectarán a la tierra siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones; es decir, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.

Lo que se describe a continuación corresponde a las protecciones que se emplean en la parte de continua que van desde el sistema de almacenamiento hasta los terminales de entrada del inversor:

- Contactos directos e indirectos:

El sistema de almacenamiento se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contactos directos e indirectos, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:

- Aislamiento de clase II en los circuitos de los módulos de almacenamiento, cables y cajas de conexión.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones a tierra. El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

- Sobretensiones

Debido a que en el sistema de almacenamiento pueden darse sobretensiones, se protegerá la entrada de CC del inversor mediante dispositivos de protección de clase II (integrados en el inversor), válido para la mayoría de equipos conectados a la red, y a través de varistores con vigilancia térmica.

Armónicos y compatibilidad electromagnética

El PCS integra los filtros de armónicos y compatibilidad electromagnética requeridos, según lo dispuesto en la normativa de fabricación y el Real Decreto 1669/2011 y R.E.B.T. ITC-BT 40.

17.3 RED DE PUESTA A TIERRA.

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. En esta conexión se consigue que no existan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificio y superficie próxima al terreno. La puesta a tierra permite el paso a tierra de los corrientes de falta o de descargas de origen atmosférico.

Para garantizar la seguridad de las personas en caso de corriente de defecto, se establece 10 Ω para este tipo de instalación.

La puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma.

Asimismo, las masas de cada uno de los equipos de la instalación de almacenamiento estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Por ello, se realizará una única red de tierra a la que se conectarán todas las estructuras, envolventes y equipos que conforman el sistema de almacenamiento, teniendo en cuenta la distancia entre estos, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas. Dicha red de tierra será específica de la BESS.

La red de tierra de la instalación se compone por una red general de la planta de almacenamiento a base de cable de cobre desnudo repartido por la instalación, tanto de corriente continua como alterna de baja tensión

Además de la longitud total de cable de cobre desnudo enterrado se dispondrán de picas para conseguir unos valores de resistencia de puesta a tierra adecuados.

A esta red de tierra se conectarán las barras de tierra de los cuadros, las estructuras metálicas, soportes, armaduras, bandejas, etc.

La dirección facultativa de obra realizará los ensayos pertinentes antes de la puesta en marcha para comprobar la resistividad del terreno y la resistencia de las tomas de tierra para que cumplan la normativa vigente.

La continuidad de todas las conexiones a tierra deberá ser comprobada antes de la puesta en servicio de la instalación y en las revisiones periódicas.

17.4 CANALIZACIONES.

El cableado que trascurra sobre la estructura, irá con bandeja o sobre los elementos de la propia estructura fijada a esta mediante abrazaderas o elementos similares.

El resto de canalizaciones del cableado de la planta de almacenamiento se efectuarán mediante zanjas adecuadas al número y tipo de tubos que deberán albergar.

El tramo de red subterránea discurrirá por los caminos previstos. Los cables se podrán alojar directamente enterrados en las zanjas o entubados (bajo tubo de polietileno homologado), a una profundidad mínima, medida hasta la parte inferior de los cables, de 0,60 m (BT) o 1 metros (MT).

La anchura de la zanja vendrá dada por los servicios que deban disponerse en la misma. En el apartado de planos de la presente memoria se muestran los distintos tipos de zanjas a efectuar donde figura la anchura mínima de estas y la situación, protección y señalización de los cables.

En los casos en los que exista un cruce, los circuitos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos y circuitos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad mínima de 0,60 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del mismo.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será 0,25 m con cables de alta tensión y de 0,10 m con cables de baja tensión, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los de baja tensión y de 0,25 m con los de MT.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 0,20 m, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m.

Las zanjas de BT y MT llevarán su correspondiente cinta señalizadora.

El trazado de las zanjas se realizará de manera que se optimicen los recorridos de los cables, con el fin de reducir la caída de tensión, reducir los costes y aumentar la productividad.

En el caso concreto de este proyecto, los cables de strings irán bajo tubo y el resto de cables de potencia (BT y MT) directamente enterrados. El cable de comunicaciones entre CT será bajo tubo.

18 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCION Y MEDIDA(CT).

La **instalación de almacenamiento BESS** constará de 1 Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) donde irán ubicados el transformador de 3.800 kVA y la aparamenta de protección y medida correspondiente. El centro dispondrá de tres zonas o habitáculos bien definidos: dos de ellas, destinadas a equipos con tensión de servicio de 20KV (zona trafo y zona cabinas MT).

La separación entre las zonas de MT con las de BT será plena, disponiéndose como elemento separador mampostería, rejas o elementos prefabricados, tales que en ningún momento permitan el acceso desde la zona de BT a las de MT.

El Centro de Transformación, Protección, medida y control será prefabricado de tipo interior y privado, cumpliéndose con todo los estipulado conforme a dimensiones y distancias de seguridad estipulada en la instrucción ITC-RAT-14 y en especial en lo referente a las zonas de paso.

Los elementos delimitadores, tales como muros exteriores, cubierta y solera, así como los estructurales en ellos contenidos (vigas, columnas, etc.) tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimentos y techo) serán de clase MO de acuerdo con la norma UNE-23727.

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción de los locales y puedan estar sometidos a oxidación deberán estar protegidos mediante un tratamiento de galvanizado en caliente según la norma UNE 37508 o equivalente.

18.1 EQUIPAMIENTO GENERAL.

Para su aparallaje se emplearán celdas prefabricadas bajo envolvente metálica. Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF6). Estará conectado a tierra de protección todo el compartimento, garantizándose así la ausencia de tensión cuando sea accesible, para lo que dispondrá de una pletina de tierra que las interconectará constituyendo el colector de tierras de protección.

Las celdas de MT estarán provistas de enclavamientos de tipo mecánico que relacionen entre sí los elementos que la componen de tal forma que impedirán el cierre simultaneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

Las condiciones de servicio son de interior como reflejan la normativa vigente (UNE-20009, C.E.I.-098, …) a temperaturas extremas de 40ºC y -5ºC y 1000 m de altura sobre el nivel del mar.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores tipo enchufables apantallados compatibles con la celda de media tensión y una intensidad acorde a las características de la instalación.

Los embarrados además de soportar la intensidad admisible asignada de corta duración, estarán dimensionados para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos de cortocircuitos correspondientes a los valores de cresta de dicha intensidad.

En estos centros se instalarán elementos del sistema de seguridad de la planta, así como los elementos del sistema de comunicaciones para monitorizar los datos de producción.

El cableado de media tensión se realizará con cable **HEPRZ1 AL 12/20 kV**, con aislamiento dieléctrico seco.

18.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

En la instalación objeto del presente proyecto existe un Centro de Transformación, Protección, Control y Medida con las siguientes características.

- Envolvente monobloque de hormigón tipo caseta de instalación en superficie y maniobra interior PFU-7/24kV, de dimensiones exteriores 8.080 mm de largo por 2.380 mm de fondo por 3.250 mm de altura vista.
- 1 Celda modular de medida CGMCOSMOS-M o similar. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad (verificados).
- Equipo Rectificador-cargador + batería, modelo ekorUCB
- 1 Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOSMOS-V o similar, aislamiento en SF6, Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Equipada con:
    - Interruptor automático de corte en vacío (cat. E2 s/IEC62271-100), con mando manual.
    - Seccionador de tres posiciones (cat. E2 s/IEC62271-102), conexión-seccionamiento-puesta a tierra, con mando manual.
    - Indicador de presencia de tensión.
    - Relé multifunción.

- 1 Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-P, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión y fusibles limitadores.
- 1 Celda modular de línea CGMCOSMOS-L o similar, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1,1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión.
- Armarios contadores según normativa de Cía. Eléctrica, vacío cableado.
- Interconexión M.T. Borna/Cono (longitud máxima aproximada por fase, 9m).
- Transformador trifásico de potencia 3.800 kVA – 20KV/690V UNE Ecodiseño, de distribución 50 Hz para instalación interior o exterior, hermético de llenado integral, con termómetro con 2 contactos y maxímetro. Refrigeración natural en aceite mineral.
- 1 x Interruptor de corte en carga 2.500 A.
- 1 Cuadro de Baja tensión de agrupación de inversor, 800V, compuesto por:
  - 1 x Interruptor magnetotérmico 2.500A – 800V – 3P sin neutro.
  - 1 x Descargador Sobretensiones Tipo I+II
  - 10x3 bases fusibles NH1 con enclavamiento
  - 10x3 fusibles 250 A NH1 gRL (gS)
- Instalación interior. Que incluye:
  - Alumbrado interior.
  - Red de tierras interiores.
  - Elementos de seguridad (carteles, guantes, sujeción de elementos y banquillo).
  - Alumbrado de emergencia.
  - Instalación del circuito disparo por temperatura trafo.
  - Interconexión entre celda de medida y armario de contadores.
  - Interconexión entre trafo y cuadro de baja tensión

18.3 TRANSFORMADOR.

El Centro de Transformación dispondrá de un transformador, de 3.800 kVA @40ºC.

Las características principales del transformador trifásico serán que la frecuencia del mismo es de 50 Hz, de instalación interior o exterior según IEC 60076-1, hermético de llenado integral, incluye termómetro con 2 contactos y maxímetro, dispondrá de refrigeración natural en aceite mineral (según IEC60296).

El transformador estará inmovilizado en al menos dos de sus apoyos mediante cuñas o similares. La máquina cumplirá lo que al respecto se expresa en la normativa vigente (UNE-20101, UNE-20138, ITC-RAT-07).

El trasformador cumplirá con el REGLAMENTO (UE) No 548/2014 DE LA COMISIÓN de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

18.4 PROTECCIONES

Según el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, el apartado 4.7 para Generadores conectados en redes de distribución indica que este apartado se aplicará a las instalaciones de producción de energía eléctrica que en virtud de su potencia nominal o de la tensión de la línea a la que se conecten no tengan una reglamentación específica en materia de seguridad y protección

El proyecto cumple con lo especificado en dicho apartado de ITC-RAT 09 con las siguientes protecciones instaladas:

a) Mínima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación.
b) Máxima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación.
c) Máxima tensión homopolar.
d) Máxima y mínima frecuencia.
e) Sobreintensidad de fase y neutro, tanto temporizada como instantánea.
f) Protección anti-isla.

18.5 MEDIDA

Los equipos de medida estarán alojados en un armario homologado destinado a ese uso y a albergar las protecciones necesarias. La medida se ubicará en Centro de Transformación, Protección, medida y control de la planta de almacenamiento.

Los equipos de medidas, armarios y celdas cumplirán con lo siguiente:

- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos Fi) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal (o 20% para transformadores de clase S) y la intensidad máxima de precisión del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm^2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).

- Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm^2.
- Los armarios de medida serán los normalizados por I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.
- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.

Contadores-registrador.

El sistema de medida empleado será de cuatro hilos. Los equipos tendrán que utilizar el protocolo de comunicaciones IEC 870.5.102 modificado y homologado por Red Eléctrica.

Equipos Tipo	Contador Activa	Contador Reactiva
2	≤ 0,5 S	≤ 1

El contador registrador a utilizar estará homologado, o dispondrá de autorización de uso y dispondrá de la pegatina de verificación primitiva o verificación en origen del laboratorio con competencia, o

en su defecto, la etiqueta de verificación por parte de Industria correspondiente a cada territorio o del órgano competente autorizado.

El punto de medida (Tipo 2) dispondrá de comunicaciones exclusivas, es decir, dispondrá de módem GSM.

Transformador de Tensión.

Como norma general y para Vn ≤ 36 kV, los transformadores de tensión serán de aislamiento seco a base de resinas sintéticas y cumplirán las normas indicadas.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Tensión secundaria del t\t	Potencia del t\t en VA	Clase de Precisión Medida
20.000	22000: √3	24	110: √3	30	0,2

Transformadores de Intensidad.

La carga máxima del secundario dedicado a medida fiscal estará comprendida entre el 25% y el 100% de la carga de precisión.

Como norma general, para Vn ≤ 36 kV, los transformadores serán de aislamiento seco.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Intensidad secundaria nominal (A)	Clase de Precisión			Potencia de Precisión (VA)		
				Medida		Protección	Medida		Protección
20.000	22000: √3	24	5-5-5	0,2S	0,5	5P20	10	15	15

Esta medida tendrá acceso libre, directo y permanente desde el T.M de VILLAVICIOSA DE ODON desde un camino de nueva construcción que comunica con la salida de la M-50 situada en el Km 67 (ya construido).

19 LÍNEA DE EVACUACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

La línea de Evacuación de media tensión de conexión comprenderá la instalación de conducción eléctrica subterránea a 20kV que conducirá la energía generada y demandada **entre el Centro transformación, protección, medida y control del almacenamiento y el Centro de Seccionamiento**.

La línea de conexión tendrá una longitud total de: 573m

La línea tendrá carácter subterráneo, disponiéndose la línea eléctrica canalizada en una zanja con las dimensiones indicadas en los planos adjuntos, que será recubierta de arena y tierra de la excavación.

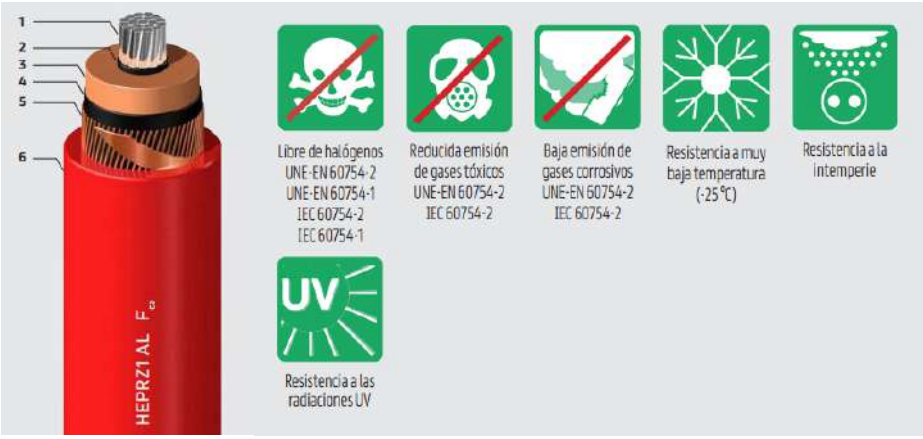
19.1 CABLEADO.

Los cables a suministrar para la línea de Evacuación de media tensión deberán ser adecuados para instalarse enterrados bajo tubo, también podrán ser instalados directamente enterrados de acuerdo con la normativa aplicable. Los cables diseñados para la línea serán el siguiente:

- Línea de evacuación**: HEPRZ1 AL 12/20 kV de sección 3 x (1 x 240) mm^2**

Y presentará las siguientes características:

PARÁMETRO	VALOR
DENOMINACIÓN	HEPRZ1 AL 12/20 kV
TENSIÓN DE ASILAMIENTO	12/20 (24) kV
NORMAS CONSTRUCCIÓN NORMAS	I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. NI 56.43.01 UNE-HD 620-9E
NORMAS REACCIÓN AL FUEGO	UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
CLASIFICACIÓN CPR	Fca
CONDUCTOR	Aluminio de clase 2 según UNE-EN 60228.
PANTALLA SOBRE CONDUCTOR	Semiconductor extruido
AISLAMIENTO	Etileno-propileno de alto módulo 105 ºC (HEPR).
PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO	Semiconductor extruido separable en frío.
PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA	Obturación longitudinal con cinta hinchante.
PANTALLA METÁLICA	Hilos de cobre con cinta a contraespira
CUBIERTA EXTERIOR	Polietileno (PE) tipo DMZ1.
TEMPERATURA MÁXIMA / MÍNIMA TRABAJO	+105 ºC / -25ºC
VIDA ESTIMADA 2	40 años
SECCIÓN DEL CABLE	Según documento BOM
CANTIDAD	Según documento BOM



20 SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares estimados para el correcto funcionamiento y operación del sistema de almacenamiento serán los siguientes:

- Contenedores de Baterías
  - Equipos de refrigeración líquida
  - AC en cabina de la unidad de control
  - Caja de control
  - Ventilador de extracción
- Consumo de los inversores.
- Servicios Auxiliares del Centro de Transformación.
- Sistema de seguridad.
- Sistema de monitorización y SCADA.
- Varios durante Operación y Mantenimiento

La potencia instalada en servicio auxiliares que se estima para esta instalación es de 140kW.

Para atender esta demanda se instalará un transformador destinado a los servicios auxiliares de 210kVA que se alimentará desde el embarrado de baja tensión del Centro de Transformación. Las características principales de este transformado son:

CARACTERÍSTICAS	
Potencia	210 kVA
Tensión nominal de entrada	800 V
Tensión nominal de salida	400 V (3P)
Máx. Corriente de entrada a tensión nominal	151,6 A
Frecuencia nominal	50 Hz
Tipo de transformador	Seco
Tipo de refrigeración del transformador	AF
Grupo vectorial del transformador	Dyn11yn11
Tomas del transformador	± 2 x 2.5%
Impedancia del transformador (a 145°C)	4% (±10%) @50Hz
Pérdida en vacío del transformador	≤ 500 W (+15%)
Pérdida en carga del transformador	≤ 3,044 W (+15%)

21 PUNTO DE CONEXIÓN A RED.

i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. concede, según permiso de acceso y conexión con referencia 9044176826 y fecha 19/03/2025, el acceso y conexión de la planta de almacenamiento con una potencia concedida de generación de 2200 kW y una potencia concedida de consumo de 3500 kW Indicando en el pliego de condiciones EXP-28-9044176826 y fecha 05/11/2024 que será a través de La línea 17 - SUECA 2 de 20 kV de la ST POZUELO (20 kV), alimentada desde STR LA PERATA, en el tramo comprendido entre los apoyos número 2381 (120873779) y 239 (7079808), tramo de red donde el solicitante ha previsto el punto de conexión, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento tele mandado en dicha línea mediante una entrada/salida, con código de identificador único 7786112 y coordenadas en el sistema ETRS 89 (HUSO 30): [X=426479,36 m; Y=4469805,07 m].

El límite de propiedad estará en las bornas de salida de la posición de conexión, que quedan en propiedad de i-DE.

La conexión de toda la instalación de almacenamiento BESS tendrá lugar en la red de distribución en 20 KV de I-DE Redes eléctricas inteligentes S.A.U. (I-DE), y se realizará a de La línea 17 - SUECA 2 de 20 kV de la ST POZUELO (20 kV), alimentada desde STR LA PERATA, en el tramo comprendido entre los apoyos número 2381 (120873779) y 239 (7079808).

Las coordenadas UTM/ETRS89 donde se ubica el Punto de Conexión de BESS AGUIJÓN es el:

X: 426473,6898
Y: 4469805,1887
Huso: 30

Para la interconexión de la planta con la línea de distribución, se instalará un Centro de Seccionamiento (CS), según normativa I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. que conectará la línea de evacuación de la planta con la línea de distribución de I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U., según esquemas unifilares del proyecto.

Este punto de conexión a red se describe en el proyecto de ejecución administrativo de infraestructura de conexión a red del **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)** denominado **BESS AGUIJÓN**.

Los elementos de interconexión serán acordes con la normativa vigente I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. y están basados en las condiciones técnicas propuestas por I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. para la obtención del punto de conexión. Estas condiciones son:

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE ACCESO Y CONEXIÓN

Solicitante: NANGA INVESTMENTS, S.L. (CIF: B56632664)

Instalación: BESS AGUIJÓN

Localización: Villaviciosa De Odón (Madrid)

CUPS: ES0021000043612006XR

Capacidad de acceso Solicitada: 4.999 kW

Capacidad de acceso Propuesta en régimen de Generación: 2.200 kW

Capacidad de acceso Propuesta en régimen de Consumo: 3.500 kW

Potencias:

Potencia en inversores: 5.000 kW

Potencia Instalada: 5.000 kW

Fecha informe: 05/11/2024

Referencia: EXP-28-9044176826

1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD Y ANTECEDENTES

Se ha recibido solicitud de permisos de acceso y conexión para 4.999 kW de una planta de generación Batería de 5.000 kW instalados, en el término municipal de Villaviciosa De Odón (Madrid), con punto de conexión solicitado por el cliente en nudo con código de identificador único 0528066844, **a la tensión de 20 kV**.

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

- Potencia nominal de Generación: 5.000 kW
- Potencia nominal de Consumo: 5.000 kW
- Total energía máxima almacenable: 20.000 kWh

Las coordenadas del centro geométrico de la poligonal que circunscribe la planta generadora, a efectos de lo dispuesto en disposición adicional decimocuarta y en el anexo II del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre son las siguientes: [X=425667,68 m; Y=4469581,41 m] en el sistema ETRS 89 (HUSO 30)

2. SOLUCIÓN Y PUNTO DE CONEXIÓN

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

- La línea 17 - SUECA 2 de 20 kV de la ST POZUELO (20 kV), alimentada desde STR LA PERATA, en el tramo comprendido entre los apoyos número 2381 (120873779) y 239 (7079808), tramo de red donde el solicitante ha previsto el punto de conexión, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento telemandado en dicha línea mediante una entrada/salida, con código de identificador único 7786112 y coordenadas en el sistema ETRS 89 (HUSO 30): [X=426479,36 m; Y=4469805,07 m].

1 de 10

I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; Inscr.349, CIF A-95075578

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

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

3. DETALLE DE TRABAJOS A REALIZAR

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

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

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

- Modificaciones necesarias en la línea 17 - SUECA 2 de 20 kV, alimentada desde STR LA PERATA, para permitir la conexión de las nuevas instalaciones a la red de I-DE, consintientes en:

  Instalación, cambio o adecuación de apoyo dotándolo de todo lo necesario para realizar la función de derivación en entrada-salida.

- Modificaciones y ajustes necesarios en los elementos de la línea 17 - SUECA 2 de 20 kV / ST POZUELO (20 kV), alimentada desde STR LA PERATA, para adecuar los sistemas (protecciones, telecontrol, medida, etc.…) al nuevo esquema de explotación.

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

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

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

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

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

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

- Nuevas líneas de conexión del Centro de seccionamiento con la red existente. Las nuevas líneas de alimentación al Centro no limitarán la capacidad de la línea general, instalando como mínimo conductor AL 240 mm2 en los tramos subterráneos y LA100 mm2 en los tramos aéreos.

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

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

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

- Construcción de un centro de seccionamiento independiente y telemandado, que realice entrada y salida en el tramo comprendido entre los apoyos 2381 (120873779) y 239 (7079808) de la línea 17 - SUECA 2, de la ST POZUELO (20 kV), 20 kV.

  La celda de alimentación al cliente estará equipada con seccionador de puesta a tierra e interruptor-seccionador con función seccionalizadora.

  La alimentación a los sistemas de automatización y comunicaciones se realizará preferentemente desde la red existente. Si esto no es posible se podrá establecer en el propio centro de seccionamiento tele mandado la alimentación auxiliar necesaria, utilizando en su caso las celdas y transformadores adicionales que sean necesarios (a determinar por los servicios técnicos de la zona).

  El centro de seccionamiento tele mandado deberá incorporar los elementos necesarios (equipos de tele gestión, comunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc.) que permitan realizar las funciones de automatización y su operación remota desde el Despacho de Operación de I-DE.

  De acuerdo con la actual reglamentación, el centro de seccionamiento telemandado que da continuidad a la línea de i-DE debe ser cedido a la empresa eléctrica, realizándose la operación de dichos interruptores desde el Despacho de Operación de i-DE.

- El nuevo centro de seccionamiento se ubicará lo más cerca posible de la traza de la línea actual (a no más de 50 m. del punto de conexión en la red de distribución), será de superficie donde la normativa local lo permita, tendrá acceso directo desde la vía publica, adoptando los demás condicionantes que le apliquen según criterios de la normativa de i-DE.

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

- Línea de 20 kV desde el centro de seccionamiento hasta las instalaciones de cliente que quedará de propiedad particular, siendo propiedad del cliente a partir de los terminales del cable subterráneo derivado del centro de seccionamiento, incluyendo dichos terminales.

  Todas estas instalaciones serán realizadas y legalizadas por el Solicitante.

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

4. AFECCIONES CON LA RED EXISTENTE

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

4.1 Afecciones con la red de MT

No se identifican afecciones.

4.2 Afecciones con la red de AT y MAT

No se identifican afecciones.

3 de 10

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

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

5. CONDICIONANTES DEL SUMINISTRO

No se contemplan condicionantes adicionales.

6. REQUISITOS TÉCNICOS

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

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

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

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

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

6.1 Códigos de red europeos

La instalación deberá cumplir con los Códigos de Red de Conexión de generadores (Reglamento (UE) 2016/631) y lo dispuesto tanto en el Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas (en adelante, Real Decreto 647/2020), como en la Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión. Para aclarar el cumplimiento de esta normativa, los Gestores de la Red de Transporte y Distribución han publicado la Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los módulos de generación de electricidad (NTS), en virtud de la cual los titulares de los Módulos de Generación de Electricidad (MGE) conectados a la red de distribución puedan acreditar el cumplimiento de los requisitos técnicos que le son de aplicación y, por tanto, puedan solicitar la Notificación Operacional Definitiva (Anexo IV.C del Real Decreto 647/2020) para la puesta en servicio de la instalación. Para más información acerca de esta normativa y su aplicación pueden consultar https://www.i-de.es/distribucion-electrica/legislacion-electricidad/codigos-de-red.

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

6.2 Potencia de cortocircuito

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

	Trifásica (MVA)	Monofásica (MVA)
Mínima habitual:	137	6,74
Máxima de Diseño:	433	20

4 de 10

I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; Inscr.349, CIF A-95075578

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

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

6.3 Protecciones

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

6.4 Tratamiento del Neutro

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

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

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

6.5 Telecontrol, Telemedida y Teledisparos

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

6.5.1 Telemedida

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

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

6.5.2 Telecontrol

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

La comunicación entre los equipos de Telegestión y telemando se resolverá mediante Operador Móvil (4G).

Los equipos de telecomunicaciones a incluir en el centro de seccionamiento serán los siguientes:

- ACOM-I-VCC
- 1 Router 4G doble SIM 1+0 AC/DC STAR
- Antena

5 de 10

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

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

Es preciso que los nuevos Centros de Transformación (CT) y Centros de Seccionamiento (CS) incorporen los equipos que permitan la Telegestión de los contadores conectados al mismo y mantener la continuidad de las telecomunicaciones existentes, como parte de la Extensión que debe ejecutar el tercero. Igualmente, en el caso de instalaciones de extensión desarrolladas por i-DE por encargo del Solicitante.

6.5.3 Tiempo de desconexión

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

6.5.4 Protección anti-isla y teledisparo

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

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

6.6 Ubicación de la medida y Coeficiente de pérdidas

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

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

- Se debe garantizar el acceso físico permanente al encargado de la lectura para la realización en condiciones adecuadas de trabajos de lectura, comprobación, verificación o inspección.
- Se calculará el correspondiente coeficiente de pérdidas a aplicar. El productor debe proporcionar los datos necesarios para su cálculo.

6.7 Normativa Aplicable

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

6.8 Limitaciones a la generación y perturbaciones

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

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

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

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

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

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

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

7. CONTINUACION DEL PROCESO DE CONEXIÓN Y OBSERVACIONES

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

8. MODIFICACIONES

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

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

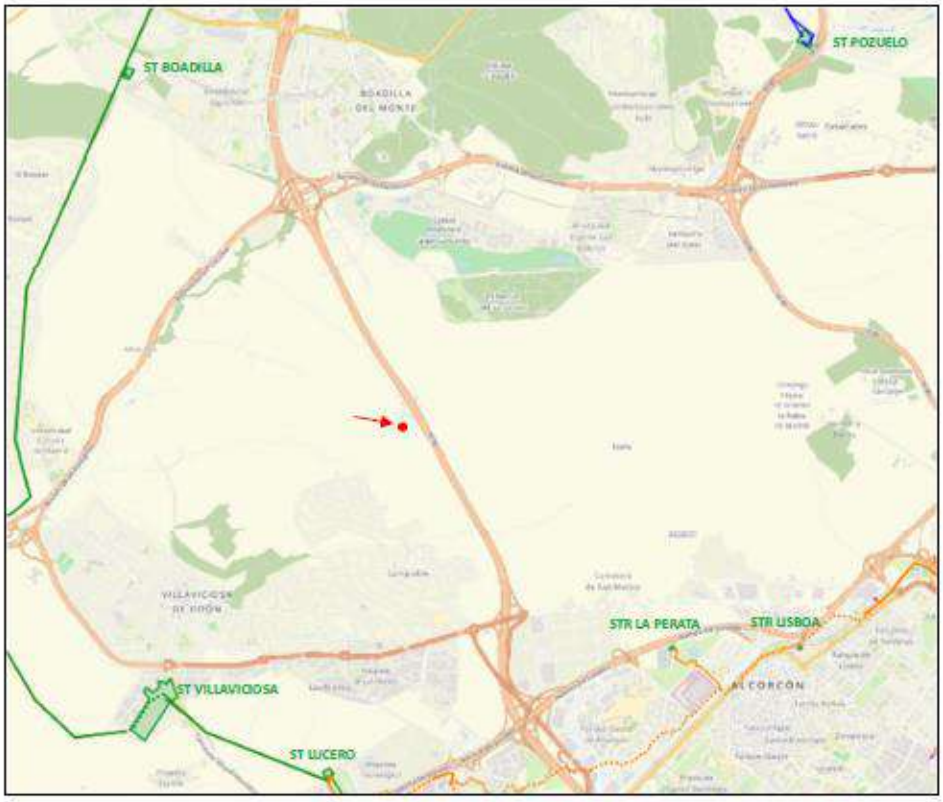
i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

9. PLANOS

9.1 Plano de situación



8 de 10

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

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044178826

9.2 Desarrollo eléctrico – Cartográfico

9 de 10

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

i-DE Grupo IBERDROLA

martes, 5 de noviembre de 2024

EXP-28-9044176826

9.3 Desarrollo eléctrico – Esquemático

10 de 10

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

22 OBRA CIVIL

La obra civil que se proyecta, comprende las siguientes infraestructuras:

- Acondicionamiento del terreno
- Accesos y viales interiores
- Zanjas para cables
- Centros de Transformación (cimentación)
- Vallado perimetral
- Sistema de vigilancia

22.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y capa de tierra vegetal existen y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra. La profundidad media de desbroce será de 10 cm. Se acometerá el desbroce en las zonas de edificios, centros de transformación y viales, salvo que el Ingeniero Director ordene otra cosa por escrito.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular.

22.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se entiende por Movimiento de Tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica. Por la necesidad de instalación de la estructura soporte de paneles y por la orografía del terreno, será necesario realizar puntuales movimientos de tierras para adecuar dicho terreno a las condiciones de instalación.

El movimiento de tierras se realizará por medios mecánicos y consistirá en realizar desmonte y terraplenes para realizar una nivelación del terreno en aquellas zonas que sean necesarias.

Desmonte
El desmonte es el movimiento de todas las tierras que se encuentran por encima de la rasante del plano de arranque de la edificación.

Terraplenado
El terraplenado se realiza cuando el terreno se encuentra por debajo del plano de arranque del edificio y es necesario llevarlo al mismo nivel.

El material sobrante podrá ser utilizado para otras actividades en el proyecto, podrá extenderse en otras zonas o llevarse a un vertedero autorizado.

El cálculo actual de movimiento de tierras deberá ser calculado antes de la construcción del proyecto y aprobado por el Director de Obra.

22.3 ACCESOS Y VIALES INTERNOS

Esta fase contempla la adecuación del camino de acceso a la planta de almacenamiento para permitir la llegada de tráfico rodado hasta interior de las plantas. En la medida de lo posible, se utilizarán los accesos existentes a las parcelas que deberán ser acondicionados mediante la aportación de tierra o zahorra natural y su posterior compactación.

Los caminos internos se destinarán al acceso a todos edificios que conforman la planta de almacenamiento.

La disposición del camino de acceso está condicionada por los caminos existentes, mientras que la disposición de los caminos internos en la instalación se ha realizado considerando la disposición de los elementos de la propia instalación, así como la topografía del terreno.

La disposición general de estos viales se dejará reflejada en planos, indicando la sección de viales en dichos planos.

Los caminos internos de la planta se diseñarán de 4 metros de ancho.

La sección de viales estará compuesta por las siguientes capas:

- Retirada de capa superficial de tierra vegetal.
- Terreno natural retirando la capa de raíces.
- Compactación del terreno resultante natural.
- Firme: 20 cm de grava compactada al 90-95% PN. Granulometría 40/80mm

A modo resumen, los datos totales de viales/plataformas de zahorra de la planta son los siguientes:

RESUMEN MATERIAL VIALES	
Área total	1112 m2
Longitud total	292 m
Volumen tierra vegetal	22,24 m3
Volumen grava compactada	222,40 m3

CORTE

En aquellos sectores en que la subrasante del camino va en corte, se excavará el material necesario para dar espacio al perfil tipo correspondiente. En suelos finos no se acepta corte por debajo de la cota proyectada, a fin de evitar el relleno y deficiente compactación.

En caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, se extrae en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado por la ingeniería y compactándolo a una densidad no inferior al 95% de la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del Proctor Modificado, o al 80% de la densidad relativa, según corresponda. Por material inadecuado ha de entenderse rellenos no controlados o suelos naturales con un Poder de Soporte de California (CBR), inferior en 20 % al CBR de Proyecto.

No es recomendable el corte por debajo de la cota proyectada, para evitar el relleno y deficiente compactación de éste, ya que está demostrado que la sobre excavación y deficiente compactación generan un plano de falla perfecto.

RELLENO DE CAMINOS

Se forman con el mejor material proveniente de la excavación o empréstito si se requiere. El CBR mínimo exigible del material es el CBR de diseño.

Todos los materiales que integran el relleno no pueden contener materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material objetable. El material de relleno es aceptado siempre que su CBR sea mayor o igual el mínimo exigible y posea una composición granulométrica uniforme.

El espesor del material de relleno colocado en capas corresponde al tipo de suelo y al equipo de compactación a emplear.

ESTABILIZADO

El suelo estabilizado es transportado y se deposita en volúmenes uniformes a lo largo del camino para poder obtener el espesor de diseño. El material es acordonado por medio de motoniveladora, y se mezcla hasta obtener completa uniformidad en el cordón. Finalmente es esparcido en una capa uniforme.

COMPACTACIÓN

El suelo estabilizado se compacta en condiciones de humedad óptima empleando un rodillo liso vibratorio hasta lograr el CBR de diseño, según corresponda. Generalmente es necesario aplicar riego para lograr la humedad óptima del material. El rodillado se hace partiendo por los bordes y siguiendo hacia el centro de la calzada, traslapando las franjas un mínimo de 30 centímetros.

22.4 RED DE DRENAJES

Para la protección de la instalación, dada la superficie ocupada, será necesario diseñar una red de drenaje. Para el diseño de esta red, previamente se contará con el estudio y hidrológico e hidráulico, para determinar de forma exacta dicho dimensionamiento.

La red de drenajes tendrá estas características generales:

- Se realizará un sistema de drenaje de recogida de escorrentía de las zonas colindantes mediante la ejecución de cunetas de guarda junto a los trazados de los caminos. Estas cunetas, se realizarán tanto en los caminos perimetrales, como en los caminos interiores transversales y tendrán unas dimensiones de 1,1 de ancho y 0,35 m de profundidad.

- Se instalarán junto a todos los caminos en el lado que evite el paso de aguas a través de los caminos debido a las pendientes naturales del terreno, decir en la cota superior del perfil transversal del terreno a lo largo del eje del camino. La evacuación de las aguas pluviales se realizará canalizándola fuera de la parcela conduciéndolas a los cauces o vaguadas naturales, evitando de este modo la afección de la hidráulica de la zona.

- Se construirán cunetas, triangulares o trapezoidales, internas naturales o revestidas de hormigón, con dimensiones apropiadas según el caudal calculado en cada una de las zonas donde sean necesarias.

- Se construirán zanjas drenantes con una pendiente mínima del 0,50%, para captación de aguas subterráneas, en cuyo fondo se dispone un tubo ranurado de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, para drenaje, rigidez anular nominal 4 kN/m², unión por copa con junta elástica de EPDM, con relleno lateral y superior hasta 25 cm por encima de la generatriz superior del tubo con grava filtrante sin clasificar.

Estas soluciones se podrán revisar en la fase de construcción con el estudio detallado de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y en función de elementos no recogidos en los estudios previos.

22.5 ZANJAS PARA CABLES

El tipo de canalizaciones a realizar para el tendido de las líneas eléctricas en el interior de la instalación, caracterizadas por una anchura y profundidad, se ajustará a lo recogido por el reglamento eléctrico correspondiente.

Se instalarán enterrados en zanjas los cables de baja tensión, los cables de media tensión y de comunicaciones.

El cableado que sale de los inversores será enterrado y dirigido a los Centros de Transformación (CT).

El tipo de instalación será como sigue:

BAJA TENSIÓN:

- Bajo tubo para cable de potencia y comunicaciones, es decir, en todos sus casos.

MEDIA TENSIÓN:

- Enterrada bajo tubo en el interior de la instalación. En cruces con viales internos deberá ir hormigonada bajo tubo.
- Enterrada bajo tubo fuera del recinto vallado y hormigonada bajo tubo en los tramos que sea necesario debido a cruces y paralelismos con pasos y caminos y según normativa.
- Se tomará en cuenta lo descrito en las instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
    - La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.
    - Tendido del cable se haga por medios mecánicos.
    - Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra.
    - Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.
    - Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T.
    - Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización

Las diferentes dimensiones, secciones y tipos de zanja de la obra, se pueden observar en el plano *1125-CV-DRW-RNX-00-DETALLE CANALIZACIONES*

El tendido de cables se hará según los criterios establecidos en los planos.

Se realizará una apertura y posterior relleno de zanjas para la inserción de la red de tierras.

22.5.1 PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD)

La línea eléctrica soterrada de evacuación entre el Centro de Protección, Medida y Control (CPMC) y el Centro de Seccionamiento (CS) discurre por una canalización enterrada. Esta línea eléctrica realiza un cruzamiento de 150,90 metros de longitud con la carretera la carretera autonómica M50 en el p.k. 66,8 aprox. Este cruce se realizará mediante perforación horizontal dirigida (PHD). A continuación, se indican las coordenadas UTM de localización de los puntos del cruzamiento de la línea con la carretera.

CRUZAMIENTO M50		
UTM ETRS89 HUSO 30		
X	Y	PTO
426035,98	4469454,24	Z1
426043,96	4469458,07	Z2
426077,73	4469474,27	Z3
426118,94	4469494,05	Z4
426146,50	4469507,27	Z5
426155,88	4469511,77	Z6

Este cruzamiento se realizará perpendicular a la carretera, mediante una perforación horizontal dirigida con tubos de 200 mm de diámetro que discurren una profundidad de unos 3-4 metros en su paso subterráneo a la altura de las carreteras afectadas.

La perforación horizontal dirigida sustituye la apertura de zanjas, evita el corte de calles y levantamiento de aceras, permitiendo la instalación de tuberías de polietileno: tanto en ámbitos urbanos como interurbanos, ideal para pasar autopistas, cruces de carreteras, vías férreas, pistas de aeropuertos, puertos, ríos, edificios y cascos urbanos.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos, a definir una vez se haya realizado el estudio de viabilidad de la zona. Sus principales características son las siguientes:

> El diámetro de la perforación se define en función del diámetro del tubo a instalar y de la consistencia del terreno. Típicamente el diámetro de la perforación suele ser de aproximadamente el doble del tubo

> El radio mínimo está condicionado por la flexión máxima de las varillas de perforación y por laflexibilidad del tubo. El radio de empalme se estima entre 200 y 400 metros, dependiendo de los resultados del estudio de viabilidad.

> El ángulo de ataque depende de la máquina de perforación, la profundidad y longitud de la perforación.

> La profundidad depende de la longitud de la perforación, de los obstáculos a salvar y de la consistencia del terreno.

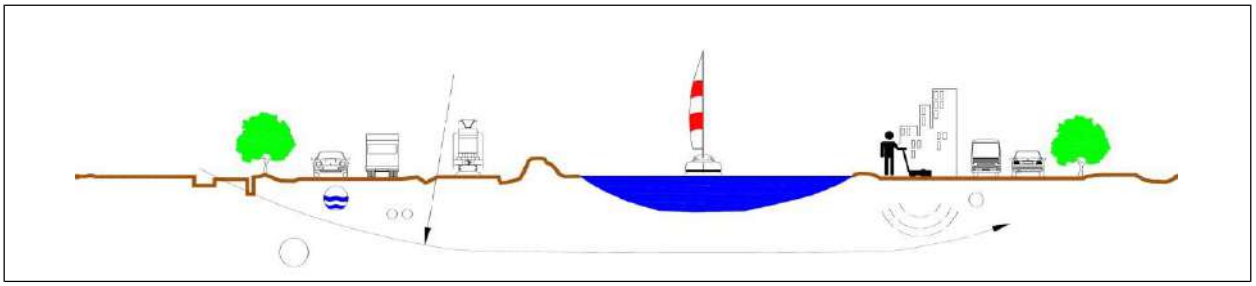
La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cinco fases:

Fase 0: Estudio deviabilidad

En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir a partir de los ensayos realizados sobre el terreno.

Fase 1: Disposición

Se crea la fosa de inicio y se dispone la maquinaria perforadora y auxiliares en el emplazamiento.

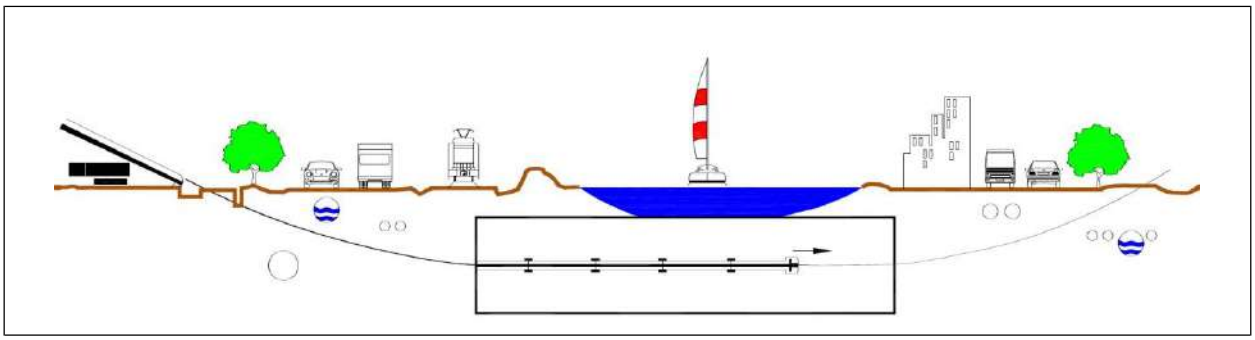


Perfil típico de una PHD

Ejemplo de disposición de maquinaria para una PHD.

Fase 2: Perforación piloto

Se realiza una perforación de pequeño diámetro dirigida por la trayectoria prevista.



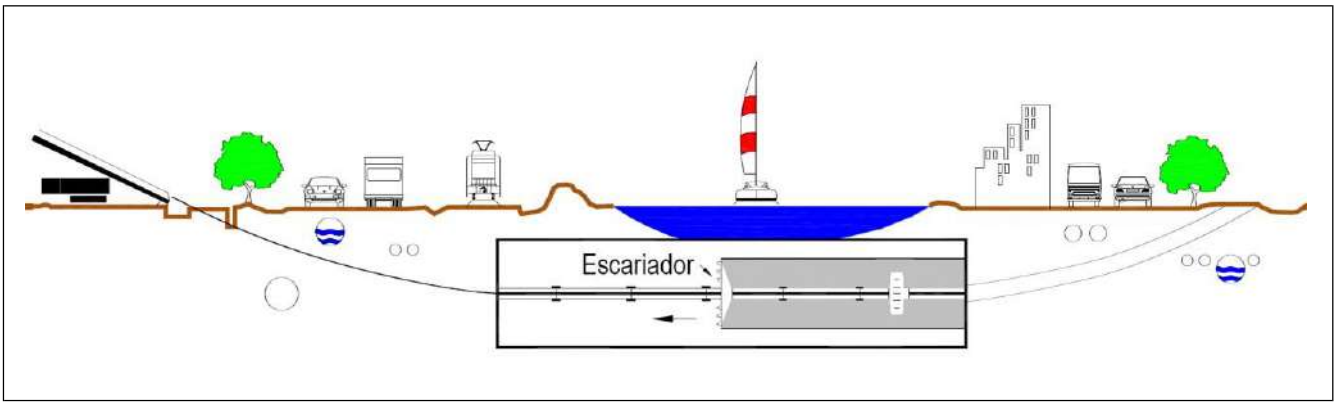
Perfil de una PHD durante el proceso de perforación piloto.

Proceso de inicio de la perforación en el pozo de ataque

Cabezal de perforación piloto

Fase 3: Escariado

Se sustituye la cabeza de perforación por un escariador que va ensanchando el diámetro del conducto en sucesivas pasadas, en sentido de tracción desde la perforadora, desde el diámetro inicial de la perforación piloto hasta conseguir el diámetro final necesario para el paso del tubo.

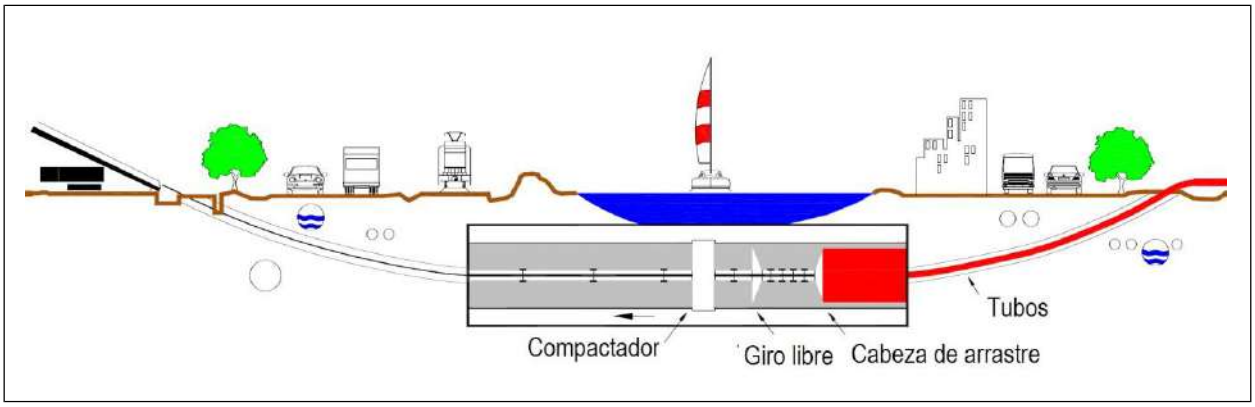


Perfil típico de una PHD durante el proceso de perforación escariado

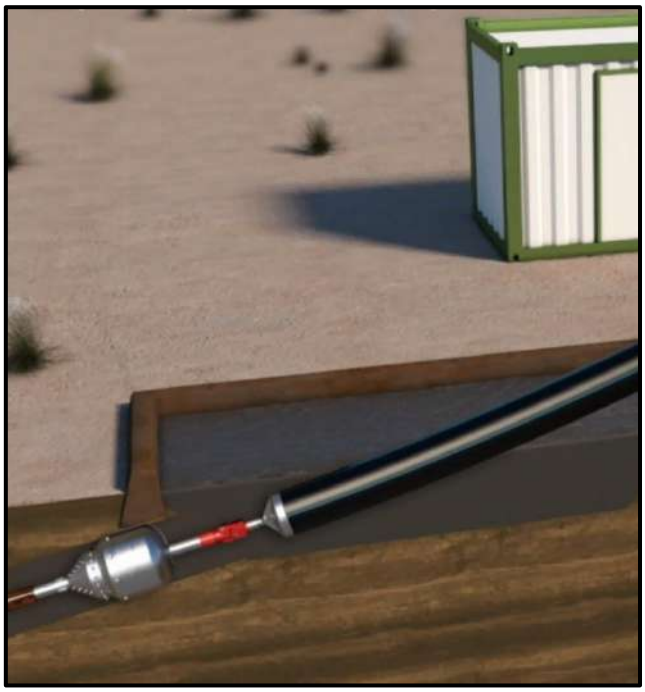
Proceso de inicio del escariado.

Fase 4: Instalación de la tubería

Una vez alcanzado el tamaño necesario se introduce el tubo a tracción soldado en toda su longitud.



Perfil típico de una PHD durante el proceso de instalación de la tubería.



Proceso de inicio de introducción de la tubería.

Estudio de viabilidad

Antes de iniciar los trabajos se realiza un estudio de viabilidad y caracterización del terreno:

- Sondeos para la obtención de testigos. A priori se estiman necesarios un sondeo al inicio del trazado, uno al final y dos intermedios. En los puntos intermedios en los que el terreno sobre la traza está inundado se utilizará una pequeña pontona para llevar la maquinaria y se hará una extracción de testigo continuo de unos 70 mm de diámetro hasta una profundidad superior a la de la perforación. Los sondeos no se realizarán en la traza de la perforación y se sellarán una vez realizados. Sobre los testigos se realizarán como mínimo los siguientes ensayos:

    - En terrenos rocosos o semi-rocosos ensayo a compresión simple.
    - En terrenos rocosos o semi-rocosos ensayo Cerchar para determinar la abrasividad.
    - Análisis granulométricos.
    - Límites de Atterberg.
    - Humedad natural.
    - Densidad natural y seca.
    - Contenido en materia orgánica.

- Tomografía de toda la traza. Permite obtener una medición de la resistencia eléctrica del terreno hastagrandes profundidades. Para ello se instala un cable de pequeño diámetro en toda la longitud de la traza, posado sobre el terreno o el fondo marino. En terreno inundado los electrodos van integrados en el cable. La distancia entre electrodos determina la precisión de la medición. Con las mediciones de resistencia del terreno y los resultados de los sondeos se determina la composición del terreno.

Equipos

El sistema hace uso de los siguientes elementos:

>Plataforma de perforación.

>Sistema motor para perforación.

>Cabina de control con mandos hidráulicos.

>Cabezal de perforación.

>Astas de perforación.

>Bomba de alta presión para el fluido de perforación.

>Recicladora de lodos de perforación.

>Mangueras y racores.

>Cabezas de escariado.

>Rodillos para enfilaje.

>Caseta almacén.

>Balsa de recogida de lodos.

>Tanque de agua dulce y bomba.

>Mezcladora.

>Accesorios de tracción de tubería.

>Sistema deguiado.

>Camisas de acero.

>Martillo hidráulico.

>Placas de impacto.

>Patineta.

>Compresor de aire.

>Soldadora de termofusión.

>Grupo electrógeno y tanque de combustible.

>Miniexcavadora.

>Excavadora.

>Camión/Dumper.

>Camión/Dumper articulado.

>Motor bomba.

>Manipulador telescópico.

Fluido de perforación

La perforación dirigida necesita del aporte de una mezcla de fluidos de perforación, compuesta de bentonita y aditivos en agua.

El fluido de perforación lleva a cabo las siguientes acciones:

>Reducción del potencial hidráulico del suelo.

>Eliminación de despojos.

>Lubricación de la cabeza de perforación y astas.

>Enfriamiento del área de perforación.

>Impermeabilización de las paredes (control de filtración y estabilización de las paredes del agujero).

>Inhibición de la actividad del terreno de lodo.

La suspensión o fluido de perforación se fabrica específicamente para cada obra. La bentonita empleada para el fluido de perforación es una arcilla que pertenece al grupo de las montmorillonitas. Se pueden añadir aditivos o polímeros para cambiar o mejorar el comportamiento del fluido. El uso de aditivos y polímeros aptos puede cambiar adecuadamente las propiedades químicas, físicas y geológicas del lodo de perforación, como: el PH, la densidad, la viscosidad, el punto de rendimiento y la fuerza de gel.

Durante la perforación dirigida y las operaciones de lanzamiento, el lodo de perforación estará circulando en un sistema cerrado, con separación de residuos, en caso de ser necesario, se deberá añadir bentonita, agua y/o aditivos.

Es necesario un suministro de agua dulce y trasvase de lodos de perforación entre los extremos de cada perforación, por lo que se necesita hacer una perforación paralela auxiliar de diámetro reducido (tubo de 7"). Para el suministro se estima un caudal máximo necesario de 1500 l/min. El consumo medio diario se estima en 360 m3/día. Existe capacidad suficiente disponible en la red de suministro en ambos extremos de la perforación.

La cantidad de fluido de perforación necesario a inyectar es aproximadamente de 5 veces la cantidad de residuos que se desean extraer.

Reciclaje de lodos de perforación

En ambos extremos de cada perforación se instala una recicladora que trata el detritus para separar el fluido de perforación de los residuos sólidos.

El funcionamiento de la planta de reciclaje del lodo de perforación se compone de dos operaciones principales: una para mezclar un lodo de perforación adecuado y otro para retirar los residuos de la perforación y posterior reciclaje del lodo. Esto hace posible una reducción del consumo de bentonita, agua y aditivos.

La mezcla de lodo se prepara en un recipiente especial con agitadores que mantienen en suspensión las partículas residuales de la mezcla. En el agua se mezclan la bentonita y los aditivos en las medidas necesarias para crear la mezcla planeada.

Desde el tanque especial que contiene el lodo de perforación una bomba de alta presión empuja el lodo a través de las astas hacia la cabeza de perforación.

El lodo, lleno de residuos de perforación, entra en la planta mediante una bomba de baja presión, y mediante filtros e hidrociclones es limpiado. Los residuos retirados se almacenan en un área especial de acopio. El lodo limpio se lleva a la cuba de mezcla y se recicla en un nuevo ciclo de proceso.

La eficiencia de la planta se controla mediante controles periódicos sobre la densidad y fluidicidad del producto, además del contenido de arena presente en el lodo.

En condiciones normales los lodos de perforación evitan que se mezclen con agua salada durante el proceso de perforación.

La recicladora consta de unos tamices para eliminar los residuos sólidos más grandes y unos ciclones para los residuos más pequeños. Los lodos de perforación van acumulando residuos de pequeño tamaño que no se pueden separar con los ciclones, sino que se necesitan centrifugadoras que tienen un rendimiento muy bajo, de unos 2 l/s, por lo que no se usan durante el proceso sino que se reciclan los lodos de perforación con tamices y ciclones y se desechan cuando tienen tantos residuos que pierden las propiedades necesarias. Una vez se han terminado los trabajos de perforación se utilizan floculantes y coagulantes para extraer el agua de los lodos.

Instalación de los equipos

Previamente a la instalación de los equipos de perforación se preparará el terreno en todo el emplazamiento mediante una lona impermeabilizante de polietileno de 3 mm de espesor y un relleno de 10 cm de todo-uno.

Los equipos y materiales de perforación se transportarán a su emplazamiento en obra:

> Extremo este de la perforación: el acceso al punto de instalación será por el camino del Palmar, que dispone de la anchura y condiciones suficientes. Será necesario el desplazamiento de los bolardos de piedra existentes que impiden el paso de vehículos junto a la autovía.

> Extremo oeste de la perforación el acceso al punto de instalación será por la Cañada de la Asomada.

> Soldadura de tubos: el emplazamiento debe tener una longitud superior a la de los tubos más largosa soldar y permitir el transporte de los tramos de tubos por carretera y de los tubos soldados hasta la zona de la perforación. En el apartado 8.2.3.11. se desarrolla el proceso de soldadura

Encamisado

En las partes inicial y final de la perforación los terrenos son no consolidados, por lo que para la perforación principal se necesita un procedimiento que evite que se desmoronen los terrenos más superficiales de la perforación hasta alcanzar la profundidad necesaria para encontrar materiales más consistentes. Esto se lleva a cabo mediante la inserción de una tubería metálica de mayor diámetro que la perforación mediante hincado. Este proceso se llama casing y consta de los siguientes elementos:

> Camisas. Son piezas de forma cilíndrica, cuyo material de elaboración es el acero al carbón, el cual permite distribuir mejor la fuerza aplicada desde el martillo neumático, las especificaciones de esta camisa dependen de su longitud y el diámetro requerido.

> Martillo hidráulico. Sirve para que la energía de impacto pueda transferirse a la camisa de acero. El diseño de las partes del pistón y del armazón permite que el pistón viaje con una sacudida mínima a toda la estructura del martillo y a las partes del cilindro, proporcionando el empuje necesario para la perforación dirigida.

> Placa de impacto. Base en acero la cual central la punta del martillo hidráulico y distribuye la fuerza aplicada por el mismo, abarca el diámetro de la camisa de acero acoplándose en uno de sus extremos.

> Patineta. Base donde se soporta el martillo hidráulico y la cual permite deslizar el equipo al mismotiempo del proceso de hincamiento.

> Compresor de aire. Es un dispositivo usado para proporcionar aire al martillo hidráulico los cuales mediante los motores de combustión interna y su capacidad de presurizar el aire permite a la energía ser transmitida vía tubos o mangueras.

Perforación piloto

Es el primero de los procesos de la perforación dirigida. Consiste en realizar una perforación siguiendo el trazo diseñado previamente. Se consigue erosionar el terreno por medio de un cabezal adaptado a las características del suelo, inyectando fluido de perforación a alta presión, excavando y evacuando residuos simultáneamente hasta el punto de entrada. La perforación piloto puede tener giros en planta y alzado para evitar los servicios u obstáculos existentes, y conseguir llegar así hasta el punto de salida previsto. Habitualmente, en los puntos de entrada y salida se abren dos pequeños pozos de ataque, con la finalidad de contener el fluido de perforación, de manera que se puedan bombear y recircular.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

Sistema de localización

A través de la localización tridimensional del cabezal puede controlarse la trayectoria de la perforación con precisión de centímetros.

Debido a la profundidad de la perforación y las dificultades de acceso al trazado previsto se utilizará el sistema de navegación MGS. En este caso, para la localización del cabezal de perforación, es necesario el tendido de un anillo exterior, mediante cable de 4 mm2 de sección, posado sobre el terreno o fondo marino. Este tendido marca un rectángulo en planta, por donde se desea que transcurra la navegación.

Este cable es alimentado por corriente eléctrica (AC) para generar campo magnético.

El cabezal de perforación, al igual que el sistema de cable, también es alimentado por un cable dentro del varillaje, de forma que también genera un segundo campo magnético. Para que este campo no se induzca hasta la máquina de perforación, se deben de instalar elementos metálicos a magnéticos para interrumpir la inducción.

De las interferencias de los dos campos magnéticos, es posible determinar la localización del cabezal de perforación, si ser necesario que el navegador este situado en la vertical de dicho cabezal.

Escariado

Una vez hecha la perforación piloto, si se requiere un diámetro superior, se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.

El escariador posee insertos de carburo de tungsteno especialmente distribuidos, el cual gira e inyecta lodo en forma continua, se retrocede en dirección del equipo perforador donde se retiran las barras que a su vez se van agregando en la margen opuesta de modo que siempre exista tubería en el túnel y de esta manera, proceder al ensanche del micro túnel hasta el diámetro requerido.

El proceso de ensanche puede demandar varias pasadas, hasta usualmente un diámetro doble al del ducto.

Los escariadores producen, al girar, la rotura o desegregación del terreno en partículas pequeñas, que pueden ser arrastradas a la superficie por la circulación del fluido o lodo de perforación. Los escariadores se dividen en dos tipos:

> Escariadores para terrenos blandos (barriles). Su misión es doble, se usan para el ensanche en terrenos blandos, de baja dureza y a la vez calibran la perforación.

> Escariadores para terrenos duros (triconos). Son específicos para trabajos de perforación en roca y terrenos duros. Sus piñas son capaces de erosionar el terreno, adaptando el tamaño del diente a la dureza y velocidad de giro necesaria.

Soldadura de la tubería

La tubería se transporta a obra por tramos y debe ser soldada en toda su longitud antes del lanzamiento.

Todos los tramos de tubería se transportarán por carretera al lugar previsto. Los tramos serán soldados y tendidos sobre rodillos hasta completar la longitud total de la perforación.

La tubería soldada se irá tendiendo en paralelo a la autovía A-48 y al Arroyo de la Cueva, sobre rodillos cada 12-13 metros. En ciertas partes en las que la anchura del camino es insuficiente para su ocupación la tubería se tenderá sobre la superficie de las balsas de la explotación salinera, sobre soportes portátiles de hormigón de 1,5x1,5x1 metros. En los puntos en los que los soportes vayan en un terreno no nivelado, como los terraplenes anexos al camino, se utilizarán sacos rellenables de hormigón in situ para nivelar. El trazado respetará los radios de giro mínimos de las tuberías a tender. Los soportes irán posados en el fondo de la balsa y serán retirados al finalizar el proceso, reponiéndose el fondo a su estado inicial.

Los tubos de polietileno serán soldados a tope por termofusión. En el proceso de soldadura por termofusión se cumplirán las condiciones de temperatura, presión y cualquier otra indicada por el fabricante.

Lanzamiento de la tubería

Durante la última fase del proceso, la línea de tubería previamente soldada se inserta en el agujero. Para introducir el tubo se coloca el escariador, que gira y es traccionado, emitiendo chorros de lodo al mismo tiempo. La tubería debe estar llena de fluido de perforación para evitar su flotación. Además, esto favorece la conductividad térmica del medio y, por tanto, la intensidad admisible de los cables. Por medio de una junta de rótula se transfiere la fuerza de tiro a la tubería, pero no el par. Como resultado, la tubería sigue al escariador a través de todo el túnel de perforación sin experimentar casi ningún giro hasta el pozo de entrada, donde está la perforadora.

Durante el lanzamiento se debe comprobar en todo momento el rozamiento de la tubería dentro del túnel de perforación. La tubería en el agujero está sometida a flotación producida por el lodo de perforación, en parte equilibrada por el peso de la tubería.

Una vez que la tubería sale a la ventana de entrada, ésta queda instalada dentro del túnel, según el trazo seguido para la perforación piloto, sin tensiones ni deformaciones.

El proceso de instalación de la tubería debe hacerse de una vez, sin interrupción. En el caso de ser necesaria la interrupción de los trabajos el Contratista lo comunicará al Director de obra y propondrá las medidas correctoras para poder completar la operación.

En el interior de cada tubo se deja instalada una cuerda de nylon de Ø10 mm para realizar posteriormente las operaciones de tendido de cables.

22.6 CIMENTACIONES DE CENTROS ELÉCTRICOS

Todos los centros o contenedores eléctricos (Contenedores de baterías y Centro de Transformación) previstos en la instalación serán de tipo exterior sobre plataforma de hormigón, concebido para la distribución eléctrica de la energía que se posicionará sobre una cimentación adecuada, según las recomendaciones del fabricante.

En el caso del Centro de Transformación el centro ya viene con una cubeta preinstalada de recogida de aceite (una por transformador) con capacidad suficiente, al menos, para poder albergar todo el volumen de aceite del mismo.

Para mayor detalle sobre la cimentación, remitirse a la parte correspondiente de los planos *1116-EL-DETALLE ESS y 1117-EL-DETALLE CT*

22.7 VALLADO PERIMETRAL

Se procederá al vallado de todo el contorno de la instalación mediante vallado (plano 1035-*GE-COORDENADAS*).

El vallado cumplirá en todo momento con las leyes vigentes en la comunidad autónoma por las que se regulan las condiciones para la instalación, modificación y reposición de cerramientos cinegéticos y no cinegéticos, para vallados cinegéticos de protección.

A modo enunciativo y no limitativo, tendrá las siguientes características:

- No constituirá obstáculo para el paso de las aguas cuando atraviesen un cauce público en los términos previstos en la legislación sobre aguas.
- Deberá permitir el tránsito de personas por los terrenos pertenecientes al dominio público hidráulico.
- En caso de usar postes metálicos, deberán presentar un acabado que permita su integración visual, evitando el uso de materiales brillantes o galvanizados, recomendándose que se pinten de colores ocres o verdes.
- La malla tendrá una luz mínima efectiva de 20x30 cm. en la parte inferior e inmediata al suelo.

- La altura máxima del cerramiento será de dos metros.
- El cerramiento no impedirá la entrada y salida de especies cinegéticas.
- Carecerá de elementos cortantes o punzantes.
- El cerramiento carecerá de dispositivos o trampas que permitan la entrada de piezas de caza e impidan o dificulten su salida.
- En general, no se podrá instalar malla electrosoldada.
- El vallado estará señalizado con placas de color blanco y acabado mate de 25x25 cm, instaladas cada tres vanos en la parte superior del cerramiento. Estas placas no deberán tener ángulos cortantes.
- No podrán tener dispositivos de anclaje, unión o fijación tipo "piquetas" o "cable tensor".

Las zapatas de los postes serán de hormigón HM-20 y tendrán una planta de 300x300 mm, con una profundidad de 500 mm.

23 AFECCIONES. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Paralelismo de construcción de planta de almacenamiento con linderos y caminos.

Las distancias respetadas en este proyecto para la construcción de los edificios eléctricos y sus elementos auxiliares respetan las distancias expuestas en las ordenanzas del municipio de VILLAVICIOSA DE ODON.

Las distancias que se han tomado se pueden consultar en los planos adjuntos siendo las de obligado cumplimiento según el ayuntamiento de VILLAVICIOSA DE ODON las siguientes:

- **A LINDEROS**
  - Construcción. Retranqueos de la edificación con linderos de propiedad de 10 m.
- **A CAMINOS**
  - Construcción. Retranqueos de la edificación con bordes de caminos de 10 m.

En el plano *"1045-GE-DRW-00-AFECCION AYUNTAMIENTO"* de este proyecto se indica los detalles.

Paralelismo del vallado de planta de almacenamiento con Barranco

La planta de almacenamiento se encuentra localizada en las proximidades del barranco "PASIDRE ".

Las distancias respetadas en este proyecto para la ubicación del vallado, la construcción de los edificios eléctricos y la instalación BESS respetan las distancias expuestas en el **RD 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real decreto 849/1986, de 11 de abril.**

Tanto el vallado como la edificación se ha realizado respetando la zona de servidumbre marcada de 5 metros y la zona de policía de 100 m desde el borde del barranco.

Estas distancias se pueden consultar en el plano *1047-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES CONFEDERACIÓN*.

Cruzamiento y paralelismo de línea de extensión con cauce

La línea de evacuación subterránea de media tensión 20 KV que conecta el Centro de transformación, protección, medida y centro con el Centro de Seccionamiento (CS) trascurre paralelamente y con el Barranco "PASIDRE"

Este trazado se puede consultar en el plano *1047-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES CONFEDERACIÓN*.

Paralelismo de la Planta de almacenamiento con carretera autonómica M-50.

La planta de almacenamiento se encuentra en las inmediaciones de la carretera autonómica M-50.

En ambos casos, se han respetado las distancias marcadas por la normativa de la comunidad autónoma: Ley 3/1991, de 7 de marzo, de carreteras de la Comunidad de Madrid.

Para conocer las distancias respetadas se puede consultar el plano del proyecto: 1046-GE AFECCIONES CARRETERAS.

Paralelismo de planta de almacenamiento con vía pecuaria

La planta de almacenamiento se encuentra se encuentra próxima a la vía pecuaria "Vereda de Segovia". Tanto el vallado como la edificación se ha realizado respetando una distancia mayor de 5m al borde de la vía pecuaria.

Los detalles se pueden consultar en el plano *1046-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES VÍA PECUARIA*.

Paralelismo de línea de extensión con vía pecuaria

La línea de evacuación subterránea de media tensión 20 KV que conecta el Centro de transformación, protección, medida y centro con el Centro de Seccionamiento (CS) trascurre paralelamente a la vía pecuaria "Vereda de Segovia".

Los detalles se pueden consultar en el plano *1048-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES VÍA PECUARIA*.

Cruzamiento de Línea de evacuación con carretera autonómica M50.

La línea de Evacuación subterránea de media tensión de 20kV que conecta el Centro de Protección, Medida y Control con el Centro de Seccionamiento discurre paralelamente durante varios tramos a la carretera autonómicas M50. Además, cruza la carretera autonómica M50 (p.k. 66,8 aprox.)

Esto cruzamiento se realizará según las condiciones técnicas de La Dirección General de Carreteras.

En el plano *1046-GE AFECCIONES CARRETERAS* de este proyecto se indican los detalles de los cruzamientos, los cuales se realizarán perpendiculares a las carreteras afectadas, **mediante una perforación horizontal dirigida**, evitando cualquier modificación de la calzada. En el mismo plano se pueden consultar también las coordenadas ETRS89/UTM con Huso 30:

PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
Inicio	426029,53	4469561,81
Fin	426165,51	4469516,40

La ejecución del cruzamiento se realizará con previo aviso a los organismos afectados y con las medidas de seguridad obligatorias según normativa vigente.

Ubicación de la planta fotovoltaica bajo las servidumbres del aeropuerto de Cuatro Vientos.

La planta de almacenamiento se encuentra localizada en parcelas dentro de la zona de servidumbres aeronáuticas del aeropuerto de Cuatro Vientos, tanto dentro de la zona de servidumbres de aeródromo y radioeléctricas, como en la zona de servidumbres de operación.

Los detalles se pueden ver en el plano *1049-GE AFECCIONES AEROPUERTO.*

24 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

El sistema de monitorización se basa en la acción conjunta de diversos equipos y tecnologías, para lograr una visión global y detallada del funcionamiento de la planta de almacenamiento y detección de fallos o alteración en los distintos componentes de la instalación.

Este sistema estará compuesto por un módulo de adquisición de datos, un sistema de emisión de datos y el software de gestión central.

El módulo de gestión de datos se comunicará con el contador digital bidireccional homologado, y registrará la información real de energía producida por la instalación. Esta información junto con la obtenida del resto de entradas de información, permitirá:

- Gestionar la facturación de electricidad.
- El seguimiento de la instalación en tiempo real.
- Controlar y visualizar los parámetros básicos de la instalación (energía, potencia, temperaturas) diarios, mensuales y anuales.
- Gestionar el mantenimiento de la instalación, para garantizar los niveles de productividad.
- La notificación de fallos a distancia.

El procesamiento de todos los datos recibidos se gestiona mediante una aplicación SCADA, que permita supervisar en tiempo real la producción de la instalación, posibilitando una atención inmediata a cualquier incidencia que afecte o pudiera afectar a la producción y cualquier variación entre la producción prevista y la real, optimizando por tanto las capacidades productivas de la planta de almacenamiento para el propietario.

El sistema SCADA evalúa continuamente los valores de productividad de cada inversor, y de los diferentes dispositivos de forma que se puedan identificar aquellos que están produciendo por debajo de la media o por debajo de sus valores teóricos y así poder actuar de manera inmediata.

Permitiendo la detección a tiempo de pequeñas averías, comportamientos anómalos que reducen la producción, junto con la reducción de los tiempos de actuación en caso de incidencia, contribuyen a mejorar el rendimiento económico de su planta de almacenamiento.

El sistema de monitorización deberá ser fácilmente accesible para el usuario.

INFRAESTRUCTURAS DE COMUNICACIONES.

Dentro de la instalación se realizará una infraestructura de comunicaciones que interconectará entre sí todos los elementos a gestionar, de tal forma que en el Centro donde se instale el sistema se puedan monitorizar estos mismos elementos y gracias a un análisis lógico programado se puedan definir los rangos de funcionamiento.

Se almacenarán todos los datos registrados por el sistema de monitorización en una base de datos situada en el Centro donde se instale el sistema. Así mismo deberá realizarse diariamente una copia de seguridad de toda la información actualizada de esta base de datos en el mismo lugar.

Una vez desplegada toda la red de comunicaciones interna, incluidos los sistemas de gestión, control y monitorización es necesario conectar todo el sistema con el "exterior" (internet) para la recepción de información y la gestión remota de los sistemas.

Este tipo de comunicación necesita de los siguientes requerimientos:

- Las conexiones simétricas: igual velocidad de subida que de bajada.
- Se deberá disponer de una alta velocidad de subida.

SISTEMA BMS

Se dispondrá de un sistema BMS. Un sistema de gestión de baterías (BMS, por sus siglas en inglés) es esencial para la operación segura y eficiente de baterías recargables, especialmente en aplicaciones de sistemas de almacenamiento de energía. Las características principales de un BMS:

1. **Monitoreo de Voltaje**: El BMS monitorea el voltaje de cada celda para asegurarse de que se mantenga dentro de límites seguros. Esto ayuda a prevenir sobrecargas y descargas excesivas.
2. **Gestión de Corriente**: Supervisa la corriente de carga y descarga para proteger las celdas de corrientes excesivas que puedan dañarlas.
3. **Control de Temperatura**: El sistema incluye sensores de temperatura para vigilar las celdas y evitar el sobrecalentamiento, que podría provocar fallos o incluso incendios.
4. **Balanceo de Celdas**: Asegura que todas las celdas de la batería se carguen y descarguen uniformemente al mismo voltaje, prolongando así la vida útil del sistema de baterías.
5. **Protección y Seguridad**: Integra funciones de desconexión automática para situaciones de sobrecarga, cortocircuitos o temperaturas extremas.
6. **Estimación del Estado de Carga (SoC)**: Calcula el nivel de carga restante de la batería, lo que es crucial para la gestión eficiente de la energía.
7. **Estimación del Estado de Salud (SoH)**: Analiza la capacidad y el rendimiento de la batería a lo largo del tiempo para evaluar su salud general.
8. **Comunicación Interfaz**: A menudo los BMS incluyen interfaces de comunicación (como CAN, UART, o I2C) para interactuar con otros sistemas, permitiendo monitorización remota y diagnósticos.

9. **Registro de Datos**: Almacena datos operativos para soporte en análisis de rendimiento y diagnóstico de fallos.
10. **Predicción de Ciclo de Vida**: Usa algoritmos para estimar la vida útil restante de la batería basada en el uso y las condiciones actuales.

Estas características combinadas aseguran que los sistemas de baterías operen de manera eficiente, segura y confiable, maximizando su rendimiento y longevidad.

SISTEMA EMS

Un Sistema de Gestión de Energía (EMS, por sus siglas en inglés) es una herramienta clave para optimizar el uso y la distribución de energía en diferentes tipos de instalaciones, desde edificaciones comerciales hasta redes eléctricas complejas. Las principales características de un EMS:

1. **Monitoreo en Tiempo Real**: Capacidad para rastrear y visualizar el consumo de energía en tiempo real, lo que permite a los operadores responder rápidamente a cambios en la demanda.
2. **Análisis y Reportes**: Provee análisis detallados sobre patrones de consumo, eficiencia energética y costos. Los reportes pueden ser utilizados para identificar áreas de mejora y optimización.
3. **Optimización de Energía**: Algoritmos que optimizan el uso de energía para reducir costos, por ejemplo, ajustando la generación o el consumo de energía según las tarifas variables.
4. **Gestión de la Demanda**: Facilita la gestión activa de la demanda, ajustando el uso de electricidad durante picos de carga para evitar penalizaciones por consumo excesivo.
5. **Integración de Fuentes Renovables**: Coordina la utilización de múltiples fuentes de energía, incluidas renovables como solar y eólica, para maximizar la eficiencia y reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables.
6. **Control de Almacenamiento de Energía**: Maneja sistemas de almacenamiento de energía, como baterías, para equilibrar la oferta y la demanda de energía y mejorar la resiliencia.
7. **Predicción de Carga y Generación**: Usa modelos predictivos para anticiparse a la demanda de energía futura y planificar la generación o compra de energía en consecuencia.
8. **Interoperabilidad**: Se integra con otros sistemas y tecnologías, como los sistemas de gestión de edificios (BMS) y redes inteligentes, para intercambiar datos y maximizar la eficiencia operacional.
9. **Automatización y Control Remoto**: Permite la automatización de ciertos procesos, como el encendido/apagado de equipos, para optimizar el uso de energía, además de ofrecer capacidades de control remoto.
10. **Alertas y Notificaciones**: Configuración de alertas para situaciones anómalas o potencialmente críticas, como un consumo excesivo o fallos en el sistema.

En conjunto, estas características permiten a las organizaciones y gestores de energía mejorar la eficiencia operativa, reducir costos, integrar de forma efectiva las energías renovables, y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

SISTEMA SCADA.

El sistema SCADA tendrá al menos las siguientes pantallas de visualización de datos

PRINCIPAL

Planta general con los datos más significativos de la planta. Permitirá la navegación a las pantallas de detalle de cada inversor, contador, estación meteorológica.

INFORMES

Mostrará los informes calculados para cada sistema y para el total de la planta. Estos informes se podrán personalizar totalmente.

ALARMAS

Mostrará las alarmas o pre-alarmas en tiempo real de la planta categorizadas por grado de severidad.

A través de una pantalla de configuración de alarmas, se establecerán parámetros a partir de los cuales se considera que el dispositivo no está funcionando correctamente, generando diferentes tipos de alarma en caso de superar los valores fijados.

POWER PLANT CONTROLLER (PPC).

En esta instalación será necesaria la instalación de un Power Plant Controller (PPC). El Power Plant Controller es una herramienta de control que sirve, principalmente, para regular en planta determinados parámetros fijados por la Compañía Eléctrica u Operador de Red, bien de forma directa o través de la solución del SCADA.

El Power Plant Controller (PPC) funciona de forma independiente a la monitorización y control de las instalaciones y permite cumplir con las regulaciones (MTR) establecidas por la Compañía Eléctrica u Operador de Red respecto al POI (Punto de Interconexión) recogiendo las consignas de la Compañía Eléctrica u Operador de Red y aplicando los algoritmos necesarios para controlar que se cumplan, mediante consignas a los Inversores y a otros elementos.

El Power Plant Controller permite regular numerosos parámetros, como por ejemplo:

- Tensión en planta
- El control de la frecuencia
- La limitación de la producción
- Curtailment / Limitación de potencia
- Regulación de reactiva / Power Factor
- Ramp up/down. El Power Plant Controller (PPC) permite una regulación transversal de la potencia activa y reactiva, así como de la tensión.

25 SISTEMA DE SEGURIDAD.

Tanto por la importancia de los bienes de que constará la panta, como por la seguridad de las personas, es necesario implantar un sistema de seguridad en la instalación.

El sistema de seguridad de la planta de almacenamiento se fundamenta en la seguridad perimetral mediante video detección, lo que permite proteger todo el recinto de cualquier intrusión. Las cámaras estarán situadas a un metro y medio del cerramiento perimetral en una zanja independiente al de la parte de generación.

Todo el sistema de seguridad irá al centro de control donde se instalará el sistema y donde se ubicarán todos los sistemas del mismo y desde el cual se alimentará a las cámaras.

Principalmente, el sistema de seguridad consistirá en una protección perimetral a lo largo de toda la valla de cerramiento, y de protección volumétrica en el interior de las casetas de inversores.

El sistema de seguridad estará conectado a una Central Receptora de Alarma 24 horas 365 días, con el fin de poder atender cualquier incidente por intrusión, vandalismo o sabotaje.

Dispondrá de alimentación de emergencia para poder funcionar al menos 72 horas en caso de fallo del suministro eléctrico.

El sistema de seguridad deberá ser instalado y mantenido por una empresa homologada de seguridad.

26 INSTALACIONES AUXILIARES: CENTRO DE CONTROL Y ALMACÉN

En las instalaciones proyectadas, a parte de lo ya descrito en el proyecto, como son las instalaciones mecánicas y las instalaciones eléctricas de baja y media tensión, existen instalaciones de ámbito general y de operación y mantenimiento. Estas instalaciones son:

CENTRO DE CONTROL (CASETA DE SEGURIDAD Y MONITORIZACIÓN).
Esta instalación se basa en una caseta prefabricada tipo sándwich donde se ubicarán los elementos y equipos de monitorización y seguridad de la instalación. Contará principalmente de equipos electrónicos para visualizar el comportamiento de la planta de almacenamiento, así como las cámaras.

Por la operativa de operación y mantenimiento de un sistema de almacenamiento de este tamaño y lo sistemas de control remoto para su monitorización **no es necesaria instalaciones de abastecimiento de agua**. El agua potable necesaria será suministrada a través de dispensadores de agua con botellas o bidones desechables o reutilizables. Los equipos de operación y mantenimiento serán los responsables de este suministro.

ALMACÉN
El almacén será un *container* estándar metálico con el único fin de guardar los materiales de repuestos de la instalación. Este contenedor **no tendrá instalaciones de suministro de agua ni de eliminación de aguas residuales** por sus características y uso.

27 INSTALACIONES PARTICULARES.

La instalación de baterías de litio en un sistema de almacenamiento energético implica una serie de requerimientos técnicos y normativos que deben ser atendidos para garantizar su correcto funcionamiento, seguridad y eficiencia. A continuación, se describen los aspectos más relevantes a considerar en este proceso:

1. Evaluación del Sitio de Instalación

Antes de instalar un sistema de baterías de litio, es fundamental realizar una evaluación completa del sitio. Esto incluye:

- Condiciones Ambientales: Las baterías de litio deben ser instaladas en ambientes controlados, libres de humedad excesiva y con temperaturas adecuadas. Lo ideal es mantener la temperatura entre 20°C y 25°C, ya que el calor extremo puede afectar el rendimiento y la vida útil de las baterías.
- Espacio Adecuado: Se debe contar con un área suficiente que permita la instalación de las baterías y equipos auxiliares, como inversores y sistemas de gestión de energía. Además, es importante dejar espacio para la ventilación y el mantenimiento.
- Accesibilidad: La ubicación debe permitir un fácil acceso para la instalación, el mantenimiento y la eventual revisión de las baterías y el sistema.

2. Requerimientos Eléctricos

- Diseño del Sistema Eléctrico: Es necesario diseñar el sistema eléctrico de forma que soporte la carga y las características específicas de las baterías de litio. Esto incluye la selección de cables adecuados, protecciones, fusibles y disyuntores.
- Cargadores/Inversores: Se deben elegir cargadores específicamente diseñados para baterías de litio, que cuenten con las características de voltaje y corriente adecuada para maximizar la eficiencia y prolongar la vida útil de las baterías. Los inversores también deben ser compatibles con la química de litio.

3. Seguridad y Normativas

- Normativas Locales y Código Eléctrico: Es crucial cumplir con las normativas locales y los códigos eléctricos en materia de instalación de sistemas eléctricos y almacenamiento de energía. Esto puede incluir reglamentos sobre la seguridad eléctrica y la instalación de dispositivos de protección.

- Sistema de Ventilación y Detección de Fugas: Las áreas de instalación deben contar con sistemas de ventilación adecuados para asegurar que cualquier gas potencialmente peligroso pueda disiparse. Además, se recomienda la instalación de detectores de humo y monóxido de carbono.
- Capacitación del Personal: El personal encargado de la instalación y el mantenimiento de las baterías de litio debe estar capacitado y ser consciente de las medidas de seguridad y manejo de emergencias, dado que estas baterías pueden ser sensibles a condiciones inapropiadas.

4. Gestión y Monitoreo del Sistema

- Sistema de Gestión de Baterías (BMS): Un BMS es esencial para supervisar el estado de las baterías, asegurando que se mantengan dentro de los límites de operación seguros de voltaje y temperatura. Este sistema debe ser capaz de realizar funciones de balanceo de carga y monitorear la salud de cada celda.
- Monitores de Desempeño: Incorporar dispositivos que permitan la supervisión continua del desempeño del sistema de almacenamiento, garantizando que se mantenga dentro de las especificaciones esperadas.

5. Mantenimiento y Soporte

- Plan de Mantenimiento: Establecer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, que incluya la revisión periódica de las conexiones eléctricas, el estado físico de las baterías y el funcionamiento del BMS.
- Documentación Técnica: Mantener toda la documentación técnica relacionada con la instalación, operación y mantenimiento del sistema. Esto incluye manuales de usuario, esquemas eléctricos y registros del rendimiento del sistema.

La instalación de sistemas de almacenamiento con baterías de litio requiere una planificación cuidadosa y la consideración de múltiples factores técnicos y de seguridad. Cumplir con los requerimientos particulares garantiza que el sistema funcione de manera segura y eficiente, optimizando el rendimiento y prolongando la vida útil de las baterías. Una instalación bien diseñada no solo maximiza los beneficios energéticos, sino que también minimiza los riesgos asociados con el almacenamiento de energía.

27.1 REQUISITOS GENERALES:

- Como recomendación, según la norma NFPA 855, por motivos de seguridad, la distancia entre el ESS y los edificios residenciales debe ser superior o igual a 12 m, y la distancia entre

el ESS y los edificios densamente poblados (como escuelas y hospitales) debe ser superior a 30.5 m. Si no se puede cumplir el requisito de distancia de seguridad, deben instalarse muros cortafuegos entre el ESS y los edificios.

- El ESS y el emplazamiento deben estar ubicados en un entorno libre de riesgos de explosión.
- El transporte al emplazamiento debe ser conveniente, y las instalaciones de extinción de incendios deben ser fiables.
- Al instalar el ESS, ponerlo en servicio y realizar operaciones en él, asegúrese de contar con al menos dos extintores de incendios de gas cerca de cada unidad para garantizar la protección contra incendios.
- Reserve tomas de corriente para el sistema de extinción de incendios con agua en el emplazamiento del ESS.
- La superficie del emplazamiento debe cumplir los requisitos aplicables, y debe haber sitio para la ampliación de capacidad.
- El ESS debe instalarse a más de 30 metros de distancia de las instalaciones de comunicación inalámbrica de terceros.
- El emplazamiento debe estar ubicado en un lugar bien ventilado.
- No seleccione emplazamientos que no estén recomendados en los estándares y las normas del sector, lo que incluye, a título meramente enunciativo, las siguientes áreas:
    - Áreas con fuentes de vibraciones, ruidos e interferencias electromagnéticas de alta intensidad
    - Áreas con polvo, vapores de aceite, gases nocivos, gases corrosivos, etc.
    - Áreas con materiales corrosivos, inflamables y explosivos
    - Áreas con instalaciones subterráneas existentes
    - Áreas con condiciones geológicas adversas, como suelos gomosos y capas de tierra blandas, o propensas al anegamiento y al hundimiento de la tierra
    - Debajo de un embalse, un cuerpo de agua o un contenedor de agua
      Si no se pueden evitar las áreas propensas al anegamiento, instalar elementos de bloqueo y drenaje de agua, o eleve el suelo.
    - Las zanjas para cables no se deben utilizar como vías de drenaje. Los orificios para cables (como los orificios que atraviesan paredes separadoras y suelos) deben sellarse con un material retardador del fuego.
    - Áreas propensas a terremotos y con intensidad de fortificación sísmica superior a 9
    - Áreas propensas a deslizamientos en masa, derrumbamientos de tierra, arenas movedizas, cuevas cársticas y otros peligros directos
    - Áreas dentro de la zona de hundimiento (dislocación) de tierras mineras
    - Áreas dentro del alcance del peligro de onda expansiva
    - Áreas propensas a inundaciones debido a un fallo de una represa o un dique
    - Áreas de protección de importantes fuentes de suministro de agua
    - Áreas de protección de reliquias históricas

- Áreas pobladas, edificios de gran altura y construcciones subterráneas
- Intersecciones y tramos de alto tráfico de carreteras principales urbanas

27.2 REQUISITOS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS:

- La elevación para el diseño del emplazamiento de un sistema de almacenamiento de energía electroquímica de mediana o pequeña escala (potencia < 100 MW) debe ser superior al nivel de inundación con una probabilidad del 2 % o superior al nivel de anegamiento histórico más alto.
- Cuando el emplazamiento reciba una gran cantidad de agua embalsada, se recomienda construir zanjas laterales o zanjas de drenaje para drenar el agua del suelo de manera organizada.

27.3 REQUISITOS PARA EXTERIORES

Los requisitos generales para seleccionar un emplazamiento de ESS para exteriores son los siguientes:

- Para proteger el ESS de posibles incendios, no debe haber vegetación, especialmente plantas inflamables, a una distancia de hasta 3 m del ESS o del emplazamiento. (Excepciones: Podrán estar exentos los especímenes individuales de árboles, arbustos o cultivos de plantas tapizantes, tales como hierba verde, hiedra, suculentas o plantas similares utilizadas como cubresuelos, siempre que no constituyan un medio para transmitir fácilmente el fuego).
- No debe haber ningún obstáculo por encima del ESS. Por ejemplo, el ESS no debe instalarse debajo de un aparcamiento techado, y no deben instalarse módulos FV sobre la parte superior del ESS.
- Las distancias de seguridad entre el ESS y los edificios de producción deben cumplir con las normas o los estándares locales de protección contra incendios.
    - Un ESS instalado al aire libre debe estar al menos a 10 pies (3.048 m) de distancia de límites de lotes, vías públicas, edificios, materiales combustibles, materiales peligrosos, pilas altas de mercancías, plazas de aparcamiento y otros peligros de exposición no asociados con la infraestructura de la red eléctrica.
    - Si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones, estará permitido reducir la distancia entre el ESS y el edificio de producción a 3 pies (0.914 m). Además, deben tenerse en cuenta los requisitos de espaciamiento para el transporte, la instalación y el mantenimiento de los equipos.
        - Hay muros cortafuegos con una autonomía de 1 hora que se extienden 5 pies (1.5 m) por encima y 5 pies (1.5 m) más allá del límite físico de la instalación del ESS.

        - Las paredes adyacentes al ESS son paredes exteriores no combustibles sin aberturas ni voladizos combustibles y tienen un grado de resistencia al fuego de 2 horas según la norma ASTM E119 o UL 263.
- La distancia entre el dispositivo extractor de un ESS y las salidas de calefacción y ventilación, las entradas de aire de los aires acondicionados, las ventanas, las puertas, las plataformas de descarga y las fuentes de ignición de otros edificios o instalaciones debe ser superior a 4.6 m.
- El ESS no se puede instalar en áreas afectadas por la sal o contaminadas, ya que esto causará corrosión.
- El ESS se puede utilizar en los siguientes entornos o en otros mejores:
    - Entorno al aire libre a una distancia superior a 2000 m de la costa. Se recomienda no utilizar el ESS en un área que se encuentre a una distancia de 500-2000 m de la costa. (Si necesita hacerlo, confirme con el proveedor o con los ingenieros de la empresa). Si el emplazamiento está a menos de 500 m de la costa, no se permite el despliegue en exteriores. Instale el ESS en interiores de acuerdo con la sección
    - A una distancia de más de 1500-3000 m de fuentes de contaminación intensa, como fundiciones, minas de carbón y plantas de energía térmica
    - A una distancia de más de 1000-2000 m de fuentes de contaminación intermedia, como los sectores de químicos, del caucho y de galvanoplastia
    - A una distancia de más de 500-1000 m de fuentes de contaminación ligera, como plantas de embalaje, curtidurías, salas de calderas, mataderos, vertederos y plantas de tratamiento de aguas residuales
- Se recomienda seleccionar otro emplazamiento si la distancia de seguridad no puede cumplir los requisitos de las normas nacionales pertinentes.
- Vallas de seguridad: Se recomienda el uso de paredes o vallas físicas para el aislamiento y la protección en el área de los equipos de almacenamiento de energía. Las vallas deben contar con una cerradura, y se recomienda que tengan una altura superior a 2.2 m. Se permitirá sustituir parte de las vallas o todas las vallas por paredes cortafuegos según los planos de diseño reales.

27.4 REQUISITOS DE LOS CIMIENTOS

Requisitos para la solución de diseño de los cimientos son:

- El ESS debe instalarse sobre superficies de hormigón o de otros materiales no combustibles. Asegúrese de que la superficie de instalación sea horizontal, segura, plana y de que tenga suficiente capacidad de carga. No se admiten los hundimientos ni las inclinaciones.
- Los cimientos deben sostener el peso total de los equipos. Si la capacidad de carga de los cimientos no cumple el requisito correspondiente, se debe realizar una revisión.
- La parte inferior de la base excavada debe ser compacta y plana.

- Una vez realizadas las excavaciones correspondientes a los cimientos, evite que entre agua en estos últimos. Si entra agua en los cimientos, excave y rellene las partes afectadas.
- La tolerancia de nivel entre los cimientos y la superficie de contacto del armario debe ser inferior o igual a 3 mm.
- Los cimientos deben estar por encima del nivel de agua histórico más alto del área local y al menos a 300 mm por encima del suelo.
- Construya instalaciones de drenaje en función de las condiciones geológicas locales y los requisitos de drenaje municipal para asegurarse de que no se acumule agua en los cimientos de los equipos. La construcción de los cimientos debe cumplir los requisitos locales de drenaje en función de las precipitaciones máximas históricas. El agua drenada debe eliminarse de conformidad con las leyes y normas locales.
- Reserve zanjas o entradas para cables para el ESS durante la construcción de los cimientos.
- Los orificios reservados en los cimientos y las entradas para cables de la parte inferior de los equipos deben sellarse.
- El diagrama de los cimientos es solo para referencia y no puede utilizarse como plano de construcción final. Las especificaciones de diseño de los cimientos del ESS deben revisarse en función del entorno de instalación, las características geológicas y los requisitos de resistencia sísmica del emplazamiento del proyecto.

28 SISTEMA CONTRA INCENDIOS.

Los contenedores dispondrán de una serie de tuberías y pulverizadores ubicados estratégicamente para sofocar los posibles incendios y disminuir los daños de los mismos.

Además, habrá diferentes tipos de sensores para detectar en las primeras fases, cualquier conato de incendio y entrar en acción el sistema.

El sistema de extinción de incendios depende del tamaño del contenedor. Consiste en un agente extintor gaseoso o de partículas ultrafinas, que suprime el fuego por absorción del calor y/o desplazamiento del oxígeno. Este agente suprime los incendios reduciendo la reacción en cadena del fuego.

El sistema se caracteriza por su rápido tiempo de respuesta, su capacidad para funcionar a bajas concentraciones y su elevada seguridad medioambiental.

Hay diversos agentes como son FM-200 (HFC-227ea), Novec 1230™ (FK-5-1-12), perfluorohexanona o el Stat-X entre otros, cada uno tienen impactos diferentes a nivel medioambiental y económico.

Características principales:

- Extingue fuegos eléctricos, líquidos y sólidos.
- Prevención eficaz de los falsos vertidos debidos a fugas crónicas.
- Estructura para evitar fallos de funcionamiento.
- Compatible con fuegos de clase A, B y C, incluidos UL, ULC, CSIRO y ECB.
- Sistema compacto. Hasta un 90% menos de espacio y peso que los sistemas de extinción convencionales.
- Para uso en locales cerrados y aplicaciones localizadas de lucha contra incendios.

29 GESTIÓN DE RESIDUOS.

La gestión de las baterías de litio al final de su vida útil es un aspecto crucial en la operación de una planta de almacenamiento de energía. Este proceso no solo garantiza la seguridad y el manejo responsable de los materiales, sino que también contribuye a la sostenibilidad y al reciclaje de recursos valiosos.

Aquí se presentan algunos puntos clave sobre la gestión de baterías de litio:

1. Evaluación de la Vida Útil de las Baterías
   - *Monitoreo del Rendimiento*: Es fundamental establecer un sistema de monitoreo para evaluar el rendimiento de la batería a lo largo del tiempo. Indicadores como la capacidad de carga, la degradación de celdas y los ciclos de carga/descarga ayudan en la proyección de la vida útil.
   - *Detección de Fallos*: Identificar signos de fallo o degradación temprana puede ayudar a optimizar el uso de las baterías antes de retirarlas del servicio.

2. Desintegración de Baterías
   - *Criterios de Descarte*: Una vez que se determina que la batería ha llegado al final de su vida útil (generalmente cuando su capacidad cae por debajo del 70-80% de su capacidad original), se debe preparar para su descarte o reciclaje.
   - *Registro y Documentación*: Mantener un registro detallado del ciclo de vida de cada batería, incluidos sus rendimiento y condiciones de operación, es importante para el cumplimiento normativo y la planificación del reciclaje.

3. Recolección y Almacenamiento Seguro
   - *Manipulación Segura*: Durante la recolección, se deben seguir estrictas normas de seguridad para evitar cortocircuitos y otras situaciones peligrosas que puedan ocasionar incendios o explosiones.
   - *Almacenamiento Temporal*: Las baterías retiradas deben almacenarse en contenedores especializados y en áreas adecuadas, lejos de fuentes de calor o materiales inflamables para minimizar riesgos.

4. Reciclaje y Reutilización
   - *Opciones de Reciclaje*: Las baterías de litio pueden ser recicladas para recuperar materiales como litio, cobalto, níquel y otros metales valiosos. Existen tecnologías avanzadas que permiten descomponer los componentes químicos de las baterías de forma eficiente.

- *Reutilización de Componentes*: En algunos casos, las baterías que aún tienen capacidad utilizable pueden ser reusadas en aplicaciones de menor demanda, como almacenamiento de energía en instalaciones renovables.

5. Cumplimiento Normativo
   - *Regulaciones Locales y Globales*: Cumplir con las normativas y directrices sobre el desecho de residuos peligrosos es crucial. Esto incluye regulaciones sobre la eliminación y el reciclaje de baterías de litio.
   - *Colaboración con Empresas de Reciclaje*: Asociarse con empresas certificadas y especializadas en el reciclaje de baterías es fundamental para garantizar que el proceso se realice de manera segura y eficiente.

6. Educación y Capacitación
   - *Entrenamiento del Personal*: Es esencial capacitar al personal encargado de la gestión de baterías sobre los procedimientos de manejo seguro, almacenamiento y reciclaje.
   - *Concienciación sobre Reciclaje*: Promover la importancia del reciclaje y la gestión responsable de baterías dentro de la organización ayuda a fomentar una cultura de sostenibilidad.

7. Innovación y Mejores Prácticas
   - *Investigación y Desarrollo*: Invertir en I+D para encontrar métodos de reciclaje más eficientes y tecnologías alternativas a las baterías de litio puede ser beneficioso a largo plazo.
   - *Implementación de Mejores Prácticas*: Adoptar estándares de gestión de residuos y realizar auditorías ambientales puede mejorar la eficiencia y minimizar el impacto ambiental de la planta de almacenamiento.

La gestión adecuada de las baterías de litio al final de su vida útil es fundamental para garantizar un manejo seguro, promover un impacto ambiental positivo y recuperar materiales valiosos para su reutilización en la industria.

El fabricante y suministrador de los equipos no se encarga de reciclar baterías. Su recomendación es ponerse en contacto con las entidades de reciclaje locales para que se encarguen de las baterías.

Los pasos a seguir son:

1. Póngase en contacto con la entidad de reciclaje más cercana.
2. Las entidades de reciclaje evalúan los costes.
3. Las entidades de reciclaje se encargan del reciclaje, que puede hacerse de dos maneras:
   - Reciclaje in situ: Las entidades de reciclaje pueden visitar el emplazamiento para reciclar las baterías de litio, pero el precio depende de las condiciones reales, como la distancia y los gastos de transporte.

- Reciclaje centralizado: Todas las baterías de litio se pueden poner en un mismo sitio para que las reciclen las entidades de reciclaje.

4. Las empresas de reciclaje se encargan del reciclaje. Las baterías de litio recicladas quedan a disposición de las empresas de reciclaje.

29.1 GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

El alcance de este Proyecto Básico no recoge la realización de un Estudio de Gestión de residuos de Construcción y Demolición en base a lo dispuesto en el artículo 4 del Real Decreto 105/2008.

No obstante, a continuación, se realiza una estimación de la cantidad de residuos que se puedan generar durante la construcción de la instalación, si bien esta estimación quedará pendiente a la realización del Estudio de Gestión de residuos de Construcción que se deberá presentar junto al Proyecto Técnico Administrativo de Ejecución.

- **Cantidad de residuos que se puedan generar durante la Construcción:**

TIPO	LER	Tipo de residuo	Cantidad m^3	% total	Densidad (t/m3)	Cantidad Tn
TIPO I y II	19 12 09	Arena, grava y otros áridos	10,8	16,3%	1,7	18,3
TIPO III	17 01 01	Hormigón	3,6	5,4%	2,4	8,6
TIPO IV	15 01 03	Madera	6,2	9,3%	0,6	3,7
TIPO IV	17 04 05	Metales	1,5	2,2%	7,5	11,0
TIPO IV	15 01 01	Cartón	26,4	39,9%	0,05	1,3
TIPO IV	15 01 02	Plástico	16,2	24,5%	0,03	0,5
TIPO V	19 03 06	Residuos peligrosos	0,5	0,8%	0,8	0,4
TIPO V		Residuos sólidos urbanos	1,0	1,5%	1,0	1,0
	TOTAL		66,1	100,0%		44,9

30 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Los trabajos de operación y mantenimiento (O&M) en una instalación de almacenamiento por baterías stand-alone son cruciales para garantizar su rendimiento óptimo, prolongar la vida útil del sistema y minimizar el riesgo de fallos.

A continuación, se indican las principales las tareas asociadas con la operación y el mantenimiento de estas instalaciones:

- **TRABAJOS DE OPERACIÓN**

1. **Monitoreo del Sistema**:
   - Supervisar en tiempo real el estado de carga de las baterías, la producción de energía de las fuentes renovables y el consumo de energía.
   - Utilizar un sistema de gestión que incluya gráficos y alertas para identificar desviaciones en el rendimiento.
2. **Gestión de la Carga y Descarga**:
   - Controlar la carga y descarga de las baterías para optimizar el uso de la energía almacenada y evitar sobrecargar o sobredescargar las baterías.
   - Ajustar los parámetros del controlador de carga según sea necesario para diferentes condiciones operativas.
3. **Programación de Uso de Energía**:
   - Coordinar el uso de energía de acuerdo con la estrategia comercial.
4. **Reportes de Desempeño**:
   - Generar reportes periódicos sobre la producción de energía, el consumo y el estado de las baterías para la toma de decisiones y evaluación del sistema.
5. **Mantenimiento Preventivo**:
   - Programar inspecciones regulares para identificar fallos potenciales antes de que ocurran.

- **TRABAJOS DE MANTENIMIENTO**

1. **Inspección Visual**:
   - Realizar inspecciones periódicas del equipo, incluyendo baterías, inversores, controladores de carga y paneles solares (si están presentes), para detectar signos de daño, corrosión o desgaste.
2. **Limpieza de Equipos**:
   - Limpiar los terminales de las baterías y otros componentes eléctricos para prevenir problemas de conexión.

3. **Revisión de Conexiones**:
    - Verificar y apretar las conexiones eléctricas para asegurarse de que estén firmes y libres de corrosión.
4. **Control y Mantenimiento de Baterías**:
    - Medir el voltaje y la capacidad de las baterías, así como realizar pruebas de carga para determinar su estado de salud y eficiencia.
    - Reemplazar las baterías que muestran un rendimiento deficiente o están al final de su vida útil.
5. **Calibración del Sistema**:
    - Ajustar los configuraciones del controlador de carga y el inversor para asegurarse de que estén operando dentro de los parámetros adecuados según las especificaciones del fabricante.
6. **Actualización del Software**:
    - Instalar actualizaciones de firmware o software en el sistema de monitoreo y control para mejorar funcionalidad y seguridad.
7. **Mantenimiento de Inversores**:
    - Revisar el funcionamiento del inversor, incluyendo la verificación de sus temperaturas y para prevenir sobrecalentamientos.
    - Probar los interruptores de protección y sistemas de seguridad del inversor para asegurarse de su correcta operación.
8. **Registro de Actividad**:
    - Mantener un registro detallado de las actividades de mantenimiento y operación, así como de cualquier incidente o anomalía observada en el sistema.

Una adecuada operación y mantenimiento de una instalación de almacenamiento por baterías stand-alone no solo optimiza la eficiencia del sistema, sino que también extiende la vida útil de los componentes, reduce costos a largo plazo y asegura un suministro energético confiable. La regularidad y la sistematicidad en la ejecución de estas tareas son cruciales para el éxito y la sostenibilidad de la instalación.

31 DESMANTELAMIENTO

La última fase del proyecto, una vez finalizada la vida útil de la instalación, es la de abandono. En esta etapa se realizan los trabajos de desmantelamiento, tratamiento de residuos y adaptación del terreno al medio.

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, la instalación se compone de los siguientes elementos:

- Container de baterías.
- Instalación eléctrica subterránea en canalización mediante tubos.
- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna.
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Casetas prefabricadas para albergar los equipos de conversión y transformación.
- Vallado perimetral.
- Sistema de seguridad.

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe proceder a ejecutar las siguientes obras:

- Desconexión de la planta
- Retirada de los containers de baterías.
- Desmontaje y retirada de los inversores.
- Retirada de los circuitos eléctricos e interconexión.
- Desmontaje del Centro de Transformación.
- Desinstalación de los sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida y alumbrado.
- Demolición de las cimentaciones.
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Eliminación de viales de acceso.
- Restauración final.

32 PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución del proyecto se prevé en 7 meses aproximadamente, a partir de la obtención de los permisos necesarios para comienzo de la construcción de la obra civil.

El cronograma previsto se puede consultar en su anexo correspondiente.

33 PRESUPUESTO DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

A continuación, se detalla el presupuesto por subpartidas.

El presupuesto desglosado se encuentra en el Documento PRESUPUESTO

INSTALACION DE ALMACENAMIENTO	
1 ACTUACIONES PREVIAS	9.800,00 €
2 OBRA CIVIL	76.613,91 €
3 CONTENEDORES DE BATERÍAS	2.161.875,00 €
4 CENTRO DE TRANSFORMACION PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL	88.200,00 €
5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT PLANTA ALMACENAMIENTO	37.460,40 €
6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT PLANTA ALMACENAMIENTO	57.100,00 €
7 SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA	15.200,00 €
8 SEGURIDAD Y SALUD	4.900,00 €
9 GESTIÓN DE RESIDUOS	7.350,00 €
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	2.458.499,31 €
13% GASTOS GENERALES	319.604,91 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	147.509,96 €
PRESUPUESTO DE CONTRATA BESS	2.925.614,18 €
IVA	614.378,98 €
PRESUPUESTO TOTAL PLANTA BESS	3.539.993,16 €

34 CONCLUSIONES.

Con la presente memoria, y demás documentos que se acompañan y que componen el Proyecto se ha descrito adecuadamente y a suficiente nivel la instalación de referencia y que configuran la instalación del Sistema de Almacenamiento, sin el perjuicio de cualquier ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Adicionalmente queda constatado que este tipo de instalaciones son una opción completamente viable.

Por un lado, tecnológicamente, los sistemas implicados evolucionan a gran velocidad, consiguiendo mejoras continuas en prestaciones y calidad, así como unos costes de producción cada vez más bajo.

Las instalaciones descritas en el presente proyecto deberán ser ejecutadas por empresas homologadas y por personal técnico cualificado.

Cualquier cambio o modificación del presente proyecto deberá ser aprobada por el Director de Obra.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI C.REAL

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

ANEXO . SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (ESS)

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)
"BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN
MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 OBJETO 4

2 GENERALIDADES 5

3 ENVOLVENTE 6

4 CIMENTACIÓN 7

5 COMPONENTES 9

5.1 BATERIAS 9
5.1.1.1 FICHA TÉCNICA. 12
5.2 INVERSORES (PCS) 13
5.2.1.1 FICHA TÉCNICA. 15

6 INFORMACIÓN ELÉCTRICA 17

6.1 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR 17
6.2 INTENSIDAD DEL ESS 17
6.3 CORTOCIRCUITO 18

7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA 19

7.1 TIERRAS INTERIORES 19
7.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD 20
7.3 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 21

8 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN 22

9 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 23

10 ANÁLISIS DE RUIDO 25

10.1 CRITERIO DE CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO 27
10.2 CÁLCULO DEL NIVEL DE RUIDO 28
10.2.1 DECIBELIO. DEFINICIÓN 28
10.2.2 DIFERENCIA ENTRE PRESIÓN ACÚSTICA Y POTENCIA 29
10.2.3 ATENUACIÓN NATURAL DEL SONIDO 29
10.2.4 RESULTADOS CÁLCULO DEL NIVEL SONORO 31

1 OBJETO

En este anexo se pretende definir las características y medidas adoptadas para la instalación y puesta en servicio del **sistema de almacenamiento de energía (ESS)** mediante baterías de litio de SUNGROW ST5015UX - 4H de 5.015 kWh a 1500 V e inversores (PCS) SUNGROW SC210HX de 210 kw para el almacenamiento de energía eléctrica del proyecto "BESS AGUIJÓN".

El ESS engloba también los inversores (PCS), la aparamenta y equipos de protección, medida y control necesarios para el óptimo funcionamiento del sistema.

2 GENERALIDADES

El sistema de almacenamiento de energía (ESS) consistirá en varios containeres de baterías LFP (litio-ferrofosfato) independientes de 5.014 kWh e Inversores (PCS) así como la aparamenta necesaria para la protección y medida de la energía eléctrica almacenada y vertida. La ubicación de los containeres ESS queda reflejada en los planos del proyecto.

El container está formado por una envolvente exterior (armario rack) dentro del cual se instalan los distintos módulos de baterías, tanto en serie como en paralelo, los controladores de los módulos (BMS) encargados de controlar y optimizar la carga y descarga de las baterías contenidas en los módulos, inversores (PCS), cajas de protecciones con seccionadores para garantizar la seguridad de la instalación, cuadro de comunicaciones, monitorización y control, así como un sistema de refrigeración por aire y protección contra incendios.

Cada rack cuenta con un BMS (sistema de gestión de batería) que lo controla de manera individual, optimizando los ciclos de carga y descarga de cada batería. Este sistema aísla cada módulo en caso de fallos, previene variaciones en la carga entre módulos para asegurar un rendimiento uniforme y evita el desgaste desigual entre ellos.

3 ENVOLVENTE

El container ESS será de interior del tipo prefabricado, en envolvente metálica, y se situarán lo más próximo posible al lugar donde se instale el centro de transformación, protección, medida y control (CTPMC).

El container a utilizar, de superficie y maniobra interior, está formado por distintos módulos, los cuales se ensamblan en fábrica para construir el container final, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde los propios módulos de baterías hasta su aparamenta de protección, incluyendo dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos. Estos módulos son:

- Módulo de batería
- Módulo de Inversores (PCS)
- Módulo de la unidad de refrigeración líquida
- Módulo de la unidad de control

Los container ESS pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso gracias a su estructura modular.

El container va ubicado sobre una cimentación diseñada específicamente para distribuir el peso del mismo uniformemente sobre la placa base y garantizar una buena instalación y mantenimiento del mismo.

- Puertas de acceso: 6 puerta
- Tipo de ventilación: HVAC system
- Sistema antiincendios:
- Dimensiones exteriores aproximadas:
    - Longitud: 6058 mm
    - Fondo: 2438 mm
    - Altura: 2896 mm
    - Peso: aprox 32.160 kg

4 CIMENTACIÓN

Para la ubicación del container de baterías es necesario realizar una preparación previa del terreno que garantice una adecuada cimentación para el sistema.

La cimentación del container ESS es de tipología zapata corrida, consistiendo en dos zapatas distribuidas en ambos lados largos del container. Adaptada para un peso máximo de 45 toneladas.

A continuación, se describe la cimentación:

- El suelo de la cimentación debe estar en un estrato de suelo natural no perturbado, y el valor característico de la capacidad de carga de la cimentación debe ser mayor o igual a 100 kPa.
- Si la capa de suelo en la elevación de diseño no cumple con los requisitos, se debe excavar hasta la capa de suelo que sí cumpla, y usar arena y grava en una proporción de 3:7 para rellenar hasta la elevación de diseño, compactando cada capa. El grosor de cada capa debe ser menor o igual a 300 mm. El ancho de cada lado de la superficie inferior de la zapata de reemplazo debe ser mayor o igual al ancho del lado correspondiente de la cimentación más 1.2 veces el grosor total del pad de reemplazo. El factor de compactación del pad de reemplazo debe ser mayor o igual a 0.97.
- El grado de hormigón de la cimentación es C30. El grosor de la capa de protección debe ser de al menos 50 mm. El grado de hormigón de la zapata es C15. Los cuatro lados de la zapata son 100 mm más anchos que la cimentación.
- Después de excavar la cimentación, evite que el agua entre en ella. Si el agua entrase en la cimentación, se debe excavar y rellenar las partes afectadas.
- El error de la elevación de la superficie superior de la cimentación (columna) debe ser menor o igual a 5 mm.
- La cimentación debe estar por encima del nivel más alto del agua en la zona local en la historia, y el ESS debe estar al menos 300 mm por encima del nivel del suelo.
- Se debe construir instalaciones de drenaje basadas en las condiciones geológicas locales y los requisitos de drenaje municipal para asegurar que no se acumule agua en la cimentación del equipo.

Las dimensiones de las zapatas serán de acuerdo al terreno donde se instalará el container tras estudiar los estudios de terreno pertinentes. Una opción base serían zapatas de 6900 mm de largo, 1200mm de ancho y 900 mm de alto, con una altura a vista de 300mm. En los planos del proyecto puede visualizarse estas cimentaciones.

5 COMPONENTES

5.1 BATERIAS

El tipo de batería a utilizar en el proyecto será LFP (litio-ferrofosfato): cuentan con una gran eficiencia, un elevado número de ciclos de carga y descarga, bajas necesidades de mantenimiento y la facilidad de reciclaje de los desechos del litio.

La carga de las baterías se basa en una reacción electroquímica, denominada redox o reducción-oxidación, que consiste en un intercambio de electrones entre los polos de la batería.

En el caso de las baterías de litio, las reacciones electroquímicas implican el movimiento de iones de litio entre los electrodos durante los ciclos de carga y descarga. Aquí hay una descripción general:

1. **Componentes Clave**:
   - **Cátodo**: Generalmente hecho de un material que contiene litio, como óxido de litio-cobalto ($LiCoO_2$) o fosfato de litio y hierro ($LiFePO_4$).
   - **Ánodo**: Usualmente hecho de grafito, donde se almacenan los iones de litio.
2. **Carga**:
   - Durante la carga, se aplica un voltaje al cátodo, lo que provoca que los iones de litio se muevan del cátodo al ánodo a través del electrolito.
   - En este proceso, el cátodo se reduce (gana electrones) y el ánodo se oxida (pierde electrones).
3. **Descarga**:
   - Durante la descarga, los iones de litio se mueven de regreso del ánodo al cátodo, liberando energía en el proceso.
   - Aquí, el ánodo se reduce y el cátodo se oxida.
4. **Eficiencia y Capacidad**: Las reacciones redox que ocurren en las baterías de litio son altamente eficientes, lo que les permite almacenar grandes cantidades de energía en comparación con otros tipos de baterías.

Las reacciones redox en las baterías de litio son fundamentales para su funcionamiento y son parte del mecanismo que les permite almacenar y liberar energía de manera efectiva

En la tabla adjunta puede observarse las características técnicas (eléctricas y físicas) que poseen los armarios/contenedor de baterías proyectadas, y que se resumen en la siguiente:

CARACTERÍSTICAS	
CELDA	
Composición	LFP (litio-ferrofosfato)
Voltaje DC máximo (V)	3,2
Voltaje de Operación (V)	2,5-3,65
Capacidad de la celda (Ah)	314
Capacidad de energía nominal (Wh) (*)	1004,8
Temperatura de carga	0ºC – 50ºC
Temperatura de descarga	-30ºC – 50ºC
PACK BATERÍA	
Configuración	104S1P
Voltaje DC nominal (V)	332,8
Voltaje de Operación (V)	280,8 – 379,6
Capacidad de energía nominal (kWh) (*)	104,499
RACK BATERÍA	
Configuración	416S2P
Numero de Pack de baterías	8
Voltaje DC nominal (V)	1.331,2
Voltaje DC máximo (V)	1.500
Voltaje de Operacion	1.123,2-1.497
Capacidad de energía nominal (kWh) (*)	835,8
SISTEMA (CONTENEDOR)	
Modelo contenedor de baterías	SUNGROW ST5015UX - 4H
Numero de Racks de baterías	6
Voltaje DC nominal (V)	1.331,2
Voltaje DC máximo (V)	1.500
Capacidad de energía nominal (kWh) (*)	5,015
Ratio carga/descarga / Horas sistema	≤ 0.25 C (4 horas)
Potencia DC de funcionamiento (kW) (*)	1,254
Servicios auxiliares por contenedor (pico) (kW)	20,27
Temperatura operación	-30ºC – 50ºC
Sistema contraincendios	FACP a nivel de bloque, FK5112
Tipo refrigeración	Liquido
RENDIMIENTO	
Vida útil con SOH (80%) (años)	16,44
Ciclos con SOH (80%)	6000
Profundidad de descarga establecida para dato anterior (%)	100
Nº de ciclos de carga/descarga por día	1

(*) Las características anteriores están definidas para una temperatura de 35 ºC, considerando un ciclo al día, DoD: 100% y SoH: 100%.

Cada rack es controlado individualmente por su propio BMS, el cual optimiza el ciclo de carga y descarga de cada batería, aísla cada módulo en caso de fallo, evita diferencias de carga entre módulos para que todos rindan de la misma forma y no haya descompensaciones en cuanto a desgaste desigual entre módulos.

5.1.1.1 FICHA TÉCNICA.

Fig. 6 Appearance of ST5015UX (Reference)

Tab. 7 Specifications of Battery Container

Battery containers	ST5015UX
Battery configuration	416S12P
Battery capacity (BOL) at DC side	5015 kWh
System output voltage range	1123.2V ~ 1497.6V
Dimensions of battery unit (W x H x D)	6058 x 2896 x 2438mm
Weight of battery container	42.5 tons
Operating temperature range	-30~50°C (> 45°C derating)
Relative humidity	0 to 100% (Non-condensing)
Max. working altitude	4000m 4500m(Optional)
Degree of Protection	IP55
Corrosion Prevention	C4-L
Cooling concept of battery unit	Liquid cooling
Fire safety equipment	Block level FACP, FK5112, Flammable gas detector, Smoke detector, Heat detector, Sounder beacon, Alarm bell, Warning sign, Extinguishant abort button, Ventilation system, Pressure relief port, Manual automatic switching and emergency starting device, Sprinkler and Explosion vent panel
Communication interfaces	Ethernet
Standard	IEC61000, IEC62619, IEC62933, AS3000, UKCA, G99, UN38.3/UN3536, CE, IEC62477

5.2 INVERSORES (PCS)

El sistema de inversión es el encargado de convertir la corriente continua procedente de las baterías en corriente alterna. La principal característica de los inversores de un sistema BESS es que **son bidireccionales**.

En este caso los inversores (PCS) se encuentran dentro del mismo conteiner que las baterías.

El funcionamiento de los inversores será automático. A partir de que las baterías generan potencia, la electrónica de potencia implementada en los equipos inversores se encargará de supervisar la tensión, frecuencia de red, así como la producción de energía.

La forma de funcionamiento de los inversores es de tal modo que permite la conversión de energía bidireccional DC/AC, actuando como cargador y transmisor. Además, controla la calidad de la electricidad, potencia activa y reactiva y monitoriza el voltaje y el estado operativo. Cuando el precio de la electricidad a los mínimos del día del día el inversor suministrará esa energía a las baterías que la irán almacenando hasta llenar su capacidad, a partir de ese punto las baterías almacenarán la energía hasta el momento en que el precio de la electricidad sea el más alto momento en que la irá liberando hasta vaciarse.

Se instalarán inversores de 210kW (incluidos dentro del mismo contenedor) que cumplirán todos los estándares de calidad requeridos por este tipo de instalaciones. Cumplirán las exigencias requeridas por el RD 1699/2011, el RD413/2014, RD 842/2002 y el RD 223/2008, en cuanto a protecciones, puesta a tierra, compatibilidad electromagnética, etc.

Su rendimiento máximo es superior al 99% y presenta una distorsión armónica inferior al 3%. El seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) consigue que se maximice la potencia entregada a la red, además de la recibida de las baterías.

El inversor entregará una corriente a la red eléctrica con una onda senoidal idéntica a la propia de la compañía eléctrica suministradora, y con un factor de potencia muy próximo a 1 en todas las condiciones de funcionamiento del equipo.

El inversor se encontrará equipado con un transformador de aislamiento trifásico de baja frecuencia, lo cual quiere decir que elimina la posibilidad de inyectar una componente de

corriente continua a la red eléctrica general cumpliendo, de esta forma, con la normativa vigente en España.
Cuenta además con las protecciones para garantizar la seguridad y salud de los equipos y personas que hay en sus proximidades.

Cuenta además con las protecciones siguientes:

- Protección contra polarización inversa.
- Protección contra sobretensiones transitorias en entrada y salida.
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas en la salida
- Protección magnetotérmica en alterna.
- Protección contra fallos de aislamiento en continua.
- Protección contra sobretemperatura en el equipo.
- Protección anti-isla (tensión y/o frecuencia de red fuera de rango).
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua y alterna.
- Protecciones fusibles en continua.
- Protecciones fusibles en alterna.

Los parámetros operativos y las lecturas eléctricas pueden ser monitorizados a través de una salida RS-485, o enviarlos a un receptor remoto a través de un módem de telefonía fija o GSM.

El inversor poseerá Marcado CE, y se ajustará a las exigencias del RD 1955/2000 y las Directivas EMC (EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3) y de Baja Tensión (EN 50178)

CARACTERÍSTICAS	
Modelo inversor	SUNGROW SC210HX
Cantidad de inversores totales (ud)	18
Cantidad de inversores por ESS (ud)	6
Potencia nominal del inversor (kW)	210@45ºC
Tensión máxima de entrada DC (V)	1500
Rango de tensión de operación (V)	1000 - 1500
Tensión de salida AC (V)	690
Máxima Corriente entrada DC (A)	212,80

(*) La potencia del inversor será limitada por el fabricante respecto a la potencia indicada en su ficha técnica.

5.2.1.1 FICHA TÉCNICA.

Tab. 11 Specification of PCS

DC Side	
Max. DC voltage	1500 V
Min. DC voltage	1000V
DC voltage range for nominal power	1000~1500 V
Max. DC current	212.8A
AC Side (Grid)	
AC output power	210 kVA @45°C
Nominal AC voltage	690V
AC voltage range	621~ 759V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	45 – 55 Hz
AC current THD	< 3% (at nominal power)
Power factor at nominal power	> 0.99
Adjustable reactive power	-100% – 100%
AC Side (Off-Grid)	
Converter port nominal AC voltage	690V
AC voltage range	621~ 759V
AC voltage Distortion	< 3% (Linear load)
DC voltage component	<0.5%Un (Linear balance load)
Unbalance load capacity	100%
Nominal voltage frequency / Voltage frequency range	45 – 55 Hz

Efficiency	
Converter Max. efficiency	99%
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Surge protection	DC Type II / AC Type II
Grid monitoring	Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
General Data	
Dimensions (W×H×D)	790x235 x 880mm
Weight	(85±5) kg
Degree of protection	IP66
Operating ambient temperature range	-30 to 60°C (> 45°C derating)
Allowable relative humidity range	0 to 100% (non-condensing)
Cooling method	Liquid cooling
Max. operating altitude	4000m
Display	APP
Communication	Ethernet
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4
Grid support	L/HVRT, FRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt

6 INFORMACIÓN ELÉCTRICA

6.1 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR

Para los containeres ESS de la planta, se prevé una potencia en Baja Tensión de 5.040 kW. Esta potencia prevista está justificada en el correspondiente capítulo de la memoria, referente a la configuración de la instalación de almacenamiento BESS.

6.2 INTENSIDAD DEL ESS

La intensidad primaria en un contenedor ESS viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p \cdot t}$$

donde:

E	energía del contenedor [kVAh]
Up	tensión primaria [kV]
Ip	intensidad primaria [A]
t	tiempo de carga/descarga [horas]

En el caso que nos ocupa, la tensión alimentación es de 1,5kV. En el caso del container de 5.015 kWh para 4 horas:

I_P = 482,66 A

6.3 CORTOCIRCUITO

Según la norma IEC 61660-1, la corriente de cortocircuito pico de la batería en el sistema CC se calculará según la fórmula siguiente:

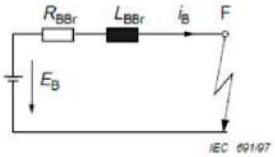


Diagrama de circuito equivalente y parámetros de cortocircuito

La corriente máxima de cortocircuito:

$$i_{pB} = \frac{E_B}{R_{BBr}}$$

Y la resistencia total del conductor:

$$R_{BBr} = 0{,}9\ R_B + R_{BL} + R_F$$

Dónde:

E_B es la tensión en circuito abierto de la batería, tensión máxima por bastidor
R_B es la resistencia de la batería en caso de cortocircuito
R_{BL} es la resistencia del conductor en el ramal de la batería
R_Y es la resistencia de la rama común, si existe. (No aplicable aquí para ESS de cadena inteligente).

Según la fórmula de cálculo anterior, la fabricante indicada que la corriente de cortocircuito típica de la ESS es de **22,47kA**

No.	Item	Item	Unit	SUNGROW ST5015UX
Cell-level Parameters	Resistance per cell	r	mΩ	0.24
	Kmax. voltage	u	Vdc	3.2
Pack-level Parameters	Qty. of cells per pack	n1	pcs	52S(2P)
	Max. voltage per pack	u1	Vdc	6.48
	Al bar resistance per pack	r1	mΩ	2.55
Rack level Parameters	Qty. of packs per rack	n	pcs	8
	Max. voltage per rack	Eb=u*n1*n	Vdc	1497.6
Cu bar per rack	Sub-total resistance	R2	mΩ	0
Cables per rack	Sub-total resistance	R3	mΩ	1.338
	Total battery resistance	R_B=r*n1*n	mΩ	49.92
	Total conductor resistance	R_{BL}=R1*n+R2+R3	mΩ	21.738
	Total resistance	R_{BBR}=R_B*0.9+R_{BL}	mΩ	66.66
Calculated peak short circuit current		i_{pB}	kA	**22.47**

7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el container, se unen a la tierra de protección: envolventes de los módulos y cuadros de BT y control, rejillas de protección, carcasa de los dispositivos, etc., así como la armadura del edificio.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

La envolvente dispondrá de una pletina de cobre que constituye el colector de tierras de protección, a la que se conectaran las pantallas de los cables subterráneos y demás elementos.

La línea de tierras tendrá distintos accesos al exterior, a través de puntos en la superficie del container de tamaño y dimensión según planos. El tamaño de la superficie reservada dependerá del lado del container: en un lateral y en el frontal existirá un tamaño de perno de M12 y superficie 40mmx60mm, y en otro lateral de M10 y 35mmx35mm.

A partir de estos puntos de conexión, se conectará a un conductor de cobre desnudo de al menos 50 mm^2 y picas de acero cobrizadas, cuya disposición y dimensiones están descritas en el apartado "Calculo de las instalaciones de puesta a tierra".

7.1 TIERRAS INTERIORES

Las tierras interiores de los contenedores de baterías, tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de sección mínima indicada por fabricante de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

7.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las bornas de conexión de cables y protecciones serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario.

7.3 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

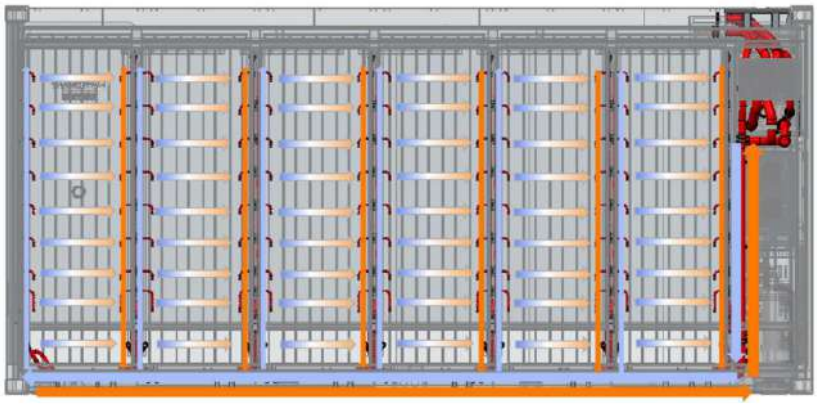
Los cálculos, dimensionamiento y descripción del sistema corresponden con lo que se prescribe y se obliga en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, ITC-RAT 13. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA, ITC-RAT 14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR, ITC-BT 18 INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Dado que las instalaciones de puesta a tierra del container ESS están íntimamente relacionadas con las instalaciones de puesta a tierra del resto del proyecto, siendo prácticamente indivisibles, los cálculos, dimensionamiento y justificación de las mismas se han tomado en conjunto en un mismo anexo adjunto al proyecto: *ANEXO. PUESTA A TIERRA*.

8 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El contenedor ESS presenta un diseño que mantiene constantes la temperatura y la humedad. Su sistema integrado de refrigeración y calefacción, utilizando aire acondicionado industrial, implementa un control de temperatura distribuido. Para lograr esto, se utilizan acondicionadores de aire montados en la puerta, en lugar de los tradicionales sistemas de aire acondicionado centralizados, lo que permite mantener una temperatura constante en el contenedor.

El armario de baterías contiene 12 RACKs, y cada RACK contiene 4 PACKs y un PCS. El refrigerante producido por la unidad de refrigeración líquida fluye hacia el PACK y el PCS a través de la tubería de nivel 3 para eliminar el calor de la batería y el PCS, y luego vuelve a la unidad de refrigeración líquida. El canal de flujo del sistema está diseñado como bottom-in y bottom-out, y los PACKs y el PCS están controlados por dos bucles de canalización diferentes. El refrigerante del PACK fluye desde la tubería de entrada del PACK (tubería de nivel 1) a 6 ramales (tubería de nivel 2), y cada ramal se divide en 8 canales (tubería de nivel 3) para que el PACK enfríe o caliente las celdas de la batería. El refrigerante del PCS fluye desde la tubería de entrada del PCS (tubería de nivel 1) a seis ramales (tubería de nivel 2), y cada ramal se divide en dos canales (tubería de nivel 3) para entrar en el PCS y refrigerarlo o calentarlo. El refrigerante que sale del PACK o del PCS fluirá a sus respectivas tuberías de retorno a través de la tubería de ramificación y volverá a la unidad de refrigeración líquida, formando así un ciclo.

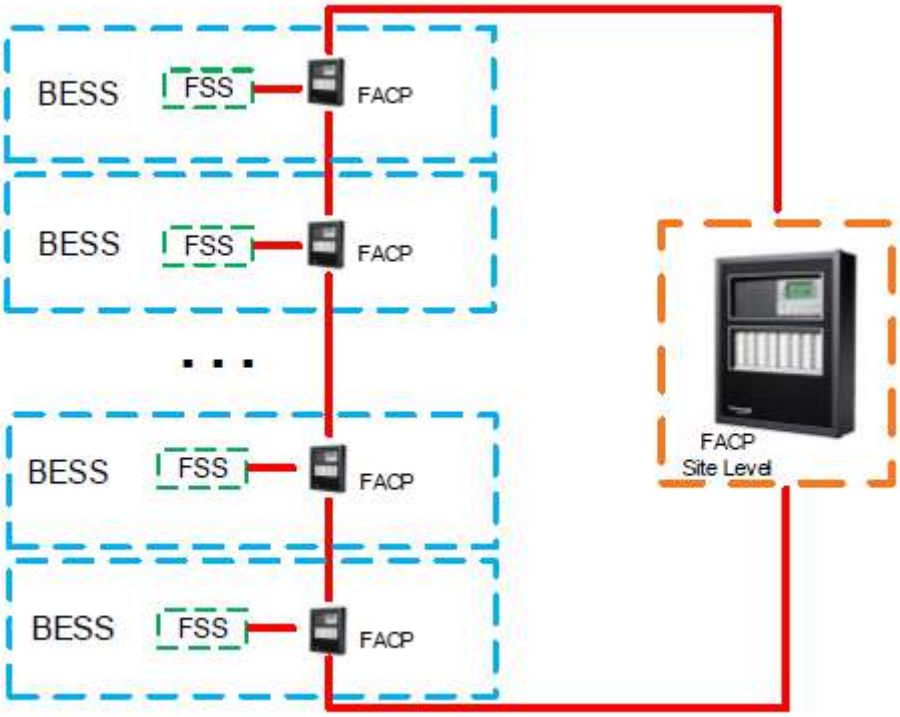


1. Esquema del sistema de refrigeración

9 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El container ESS de Sungrow integra un sistema centralizado de detección de incendios formados por los siguientes equipos:

No.	Dispositivo
1	Detector de humos
2	Detector de calor
3	FACP
4	Sistema de ventilación
5	Baliza sonora
6	Sirena de alarma
7	Pulsadores de interrupción del extintor
8	Conmutación automática manual y dispositivo de arranque de emergencia
9	Señal de advertencia
10	FK5112
11	Detector de gas inflamable
12	Módulo de detección de gas inflamable
13	Panel de venteo de explosiones (Opcional)
14	Rociadores (Opcional)
15	Aerosol (Opcional)



2. Esquema del sistema contra incendios

10 ANÁLISIS DE RUIDO

Según la ITC-RAT 14 en su apdo 4.8 es necesario comprobar que el nivel de ruido generados por la instalación de alta tensión no supera los valores establecidos en el Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre y en lo referente a zonificación acústica y objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Según el Real Decreto 1367/2007 se establecen unos valores objetivos mínimos de calidad acústica en función del área, indicados en la tabla A del anexo II indica unos índices de:

TIPO AREA ACUSTICA		INDICES DE RUIDO		
		Ld [dB]	Le [dB]	Ln [dB]
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

Donde:

- **Ld** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año. (12 Horas día)
- **Le** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año. (4 horas tarde)
- **Ln** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año. (8 horas noche)

Los objetos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 metros.

Las autoridades autonómicas y locales de donde se ubique la instalación podrán establecer unos valores objetivo distintos que los indicados en la tabla anterior, pero estos valores deberán ser siempre inferiores a estos últimos.

La fórmula para el cálculo es :

$$L_{Aeq} = 10 \cdot log\left(\frac{1}{24}\left(12 \cdot 10^{\frac{ld}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{le+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{ln+10}{10}}\right)\right)$$

Donde:

- **L_{Aeq}(T)** es el nivel de presión sonora continuo equivalente.

Así mismo dicho Real Decreto 1367/2007 en su Anexo III establece los valores Límites de Inmisión en las tablas B1 y B2:

Tabla B2.del RD y TablaG del Dectreto Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades nuevas.

Uso del local colindante	Tipo de recinto	INDICES DE RUIDO		
		Lkd [dB]	Lke [dB]	Lkn [dB]
Residencial	Estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30

Tabla B1 del RD y tabla F del Decreto .Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades.

TIPO AREA ACÚSTICA		INDICES DE RUIDO		
		Lkd [dB]	Lke [dB]	Lkn [dB]
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

La instalación de almacenamiento BESS está ubicada en un terreno con **predominio de suelo de uso industrial**.

10.1 CRITERIO DE CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO

En la realización del estudio de ruidos en una instalación de almacenamiento BESS tendremos que tener en cuenta todos los elementos que producen una emisión de ruidos.

Los containeres de baterías ESS ST5015UX-4h de Sungrow se diseñarán y fabricarán de acuerdo con la norma IEC 62477-1. Además, el nivel de ruido de los containeres cumplirá y se comprobará de acuerdo con la norma ISO 3746 "Determinación de los niveles de potencia acústica y de los niveles de energía acústica de fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Método de control utilizando una superficie de medición envolvente sobre un plano reflectante "y la norma ISO 9614-1 "Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la intensidad del sonido. Parte 1: Medición en puntos discretos".

Se realizan distintos ensayos para determinar los niveles sonoros del container de baterías. Las mediciones se llevan a cabo a tensión de salida y frecuencia nominal, e inmediatamente después

de las mediciones de fondo, para cada posición de medición situada alrededor del container, tal y como se detalla en las citadas normas ISO.

Para el estudio de ruidos se consideran las atenuaciones sonoras procedentes de la divergencia del terreno, atmosférica y geométrica.

Estos estudios se han realizado utilizando la norma ISO 9613 "Attenuation of sound during propagation outdoors" y el software iNoise que realiza los cálculos de acuerdo a dicha norma.

10.2 CÁLCULO DEL NIVEL DE RUIDO

10.2.1 DECIBELIO. DEFINICIÓN

La presión sonora, al ser una medida de presión, se mide en Pascales (*Pa*). La presión sonora es la variación media de la presión atmosférica provocada por el sonido. El nivel de sonido puede ser percibido de manera diferente por cada persona, por lo que necesitamos tener un medio para obtener una medición objetiva del nivel de sonido expresado en términos numéricos, el nivel de presión sonora. El nivel de presión sonora determina la intensidad sonora generada por una presión sonora. Así, el umbral inferior de la audición humana, es decir, la presión acústica mínima que provoca una sensación auditiva es $2 \cdot 10^{-5}$ *Pa* y el umbral máximo es de alrededor de 20 *Pa*.

Se trata de un rango muy amplo, por lo que, para utilizar unidades más manejables, la unidad empleada no es el pascal (*Pa*). Utilizamos decibelios (*dB*), que es una escala logarítmica relativa a un nivel de referencia.

El nivel de presión sonora (*Lp*) es calculada con la siguiente expresión, cuyo resultado es expresado en decibelios (*dB*).

$$Lp = 20 \cdot log\left(\frac{P}{Po}\right)$$

Donde:

P es la presión sonora real, en Pascales (*Pa*).

Po es la presión sonora de referencia, $2 \cdot 10^{-5}$ *Pa*.

En la expresión anterior, *log* representa el logaritmo decimal. La medida en decibelios corresponde a una relación logarítmica entre la presión sonora real y una que tomamos de referencia (*Po*).

10.2.2 DIFERENCIA ENTRE PRESIÓN ACÚSTICA Y POTENCIA

La potencia sonora (Lw or SWL) se refiere al nivel sonoro emitido por una fuente determinada, mientras que la presión sonora (Lp or SPL) da una idea de las mediciones sonoras a una distancia determinada.

Cuando hablamos de presión sonora, tenemos que indicar la distancia a la que se ha realizado la medición. No es lo mismo 80 dB de presión sonora a un metro que 80 dB a 20 metros. En el Segundo caso está claro que hablamos de una máquina mucho más ruidosa. Sin embargo, la potencia sonora no se ve afectada por la distancia o el entorno. Es una valor intrínseco de la máquina o fuente que emite el ruido.

10.2.3 ATENUACIÓN NATURAL DEL SONIDO

Existen diferentes efectos de atenuación acústica debidos a causas naturales, es decir, no generadas por la mano del ser humano, como la divergencia geométrica, la absorción atmosférica y el efecto suelo. En otros casos también pueden aparecer, la atenuación acústica durante la propagación a través del follaje y por la existencia de edificios. Nos vamos a centrar en los efectos que aparecen en esta instalación y que se definen a continuación:

- Divergencia geométrica (A_{div})

Esta atenuación tiene en cuenta la dispersión esférica en el campo libre a partir de la fuente sonora puntual, es decir, la atenuación sonora que se produce al situarse a una distancia determinada de una fuente sonora. La ecuación para el cálculo de esta atenuación según la norma ISO 9613 es, en dB:

$$A_{div} = \left[20 \cdot log\left({}^{d}/_{d_o}\right) + 11\right]$$

Donde:

do es la distancia de referencia, igual a 1 metro.

d es la distancia desde el punto sonoro hasta el receptor, en metros.

- Absorción atmosférica (A_{atm})

La atenuación debida a la absorción atmosférica, en decibelios, durante la propagación a través de una distancia *d*, en metros, viene dada por la ecuación:

$$A_{atm} = \frac{\alpha \cdot d}{1000}$$

Donde:

α es el coeficiente de atenuación atmosférica, en decibelios por kilómetro, para cada banda de octava en la frecuencia de la banda media. Este coeficiente depende en gran medida de la frecuencia del sonido, la temperatura ambiente y la humedad relativa del aire, pero débilmente de la presión del ambiente.

- Atenuación por efecto suelo (A_{gr})

La atenuación por efecto suelo es principalmente el resultado del sonido reflejado por la superficie del suelo que interfiere con el sonido que se propaga directamente de la fuente sonora al receptor.

La trayectoria de propagación del sonido curvada hacía abajo (*downwind* en inglés) garantiza que esta atenuación viene determinada principalmente por las superficies del suelo cercanas a la fuente sonora (la región de la fuente) y cercanas al receptor (la región del receptor). En los proyectos en los que las distancias entre la fuente y el receptor son grandes, se considera otra región intermedia. En este proyecto no es necesario considerar esta última región.

El método de cálculo del efecto suelo sólo es aplicable a terrenos aproximadamente planos, ya sea horizontalmente o con una pendiente constante. En este proyecto, la distancia entre la fuente y el receptor es adecuada para considerar el terreno apto para usar este método.

Las propiedades acústicas de cada región del suelo se tienen en cuenta a través de un factor de suelo *G*. Se distinguen tres categorías de superficie diferentes:

- Suelo duro, que incluye el pavimento, el agua, el hielo, el hormigón y todas las demás superficies que tienen baja porosidad. Para suelos duros, *G=0*.

- Suelo poroso, que incluye superficies cubiertas por hierba, árboles y otra vegetación, y todas las demás superficies del suelo para el crecimiento de la vegetación. Para suelos porosos, *G=1*.

- Suelos mixtos, cuando la superficie está formada tanto por suelo duro como por suelo poroso, entonces G toma valores que van de 0 a 1 siendo el valor la fracción de la región que es porosa.

Para calcular la atenuación por efecto suelo para una banda de octava específica, primero hay que calcular las atenuaciones de los componentes *As*, para la región de la fuente sonora especificada por el factor de suelo para esa región, *Gs*, y *Ar*, para la región del receptor especificada por el factor de suelo *Gr*. Las ecuaciones para calcular estas atenuaciones, según la *norma ISO 9613* son y considerando una frecuencia de 500 Hz, son:

$$A_{gr} = A_s + A_r + \cancel{A_m} = A_s + A_r$$
$$A = 1.5 - G \cdot c'(h)$$
$$c'(h) = 1.5 + 14 \cdot e^{-(0.46 \cdot h^2)} \left(1 - e^{dp/50}\right)$$

Donde:

A será **As** o **Ar** según consideremos *Gs* o *Gr* y según *c'* se calcule con la altura de la fuente sonora o del receptor.

dp es la distancia Fuente sonora-receptor, en metros, proyectada sobre el plano del suelo.

10.2.4 RESULTADOS CÁLCULO DEL NIVEL SONORO

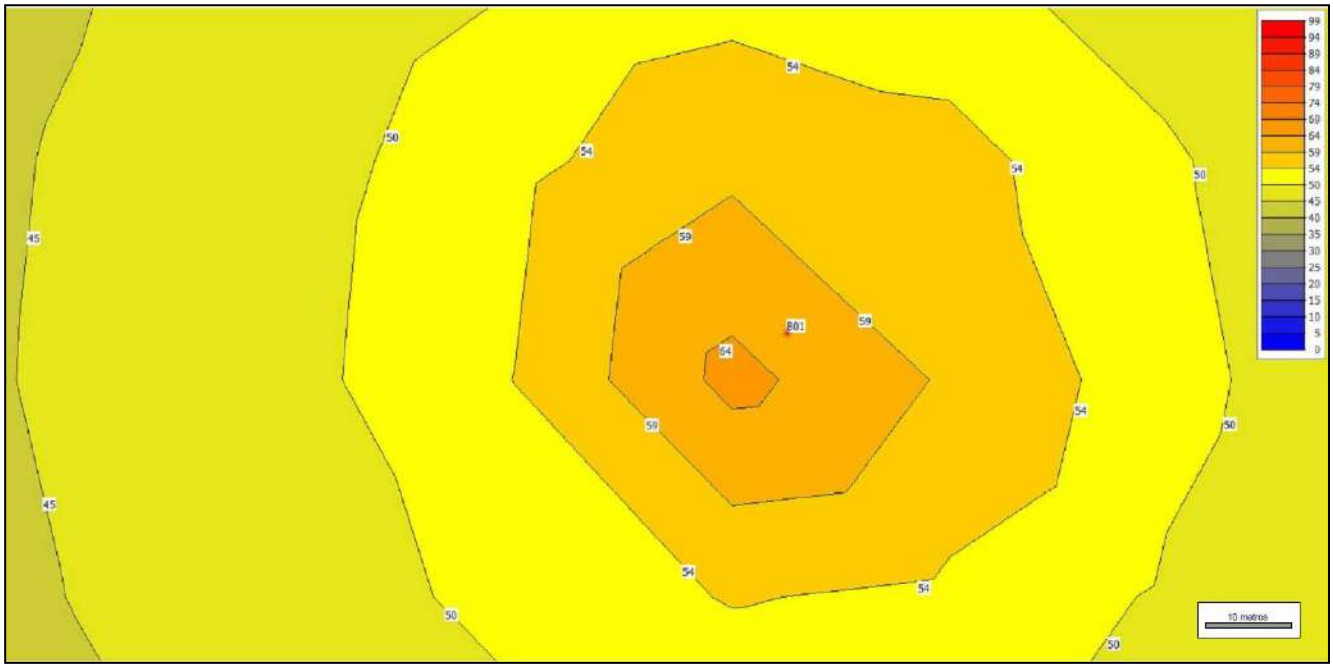
Las mediciones del container de baterías se han realizado para unas condiciones determinadas, a 1 metro de distancia y a una temperatura de 25 y 45ºC.

Vamos a analizar los valores de emisión de ruidos colocando los medidores a distintas distancias y para las condiciones de temperatura más desfavorable para la emisión de ruidos, en este caso 45ºC y a una humedad relativa del 70%. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla, diferenciando entre un tipo de suelo duro y otro poroso, que nos van a marcar los valores extremos medidos:

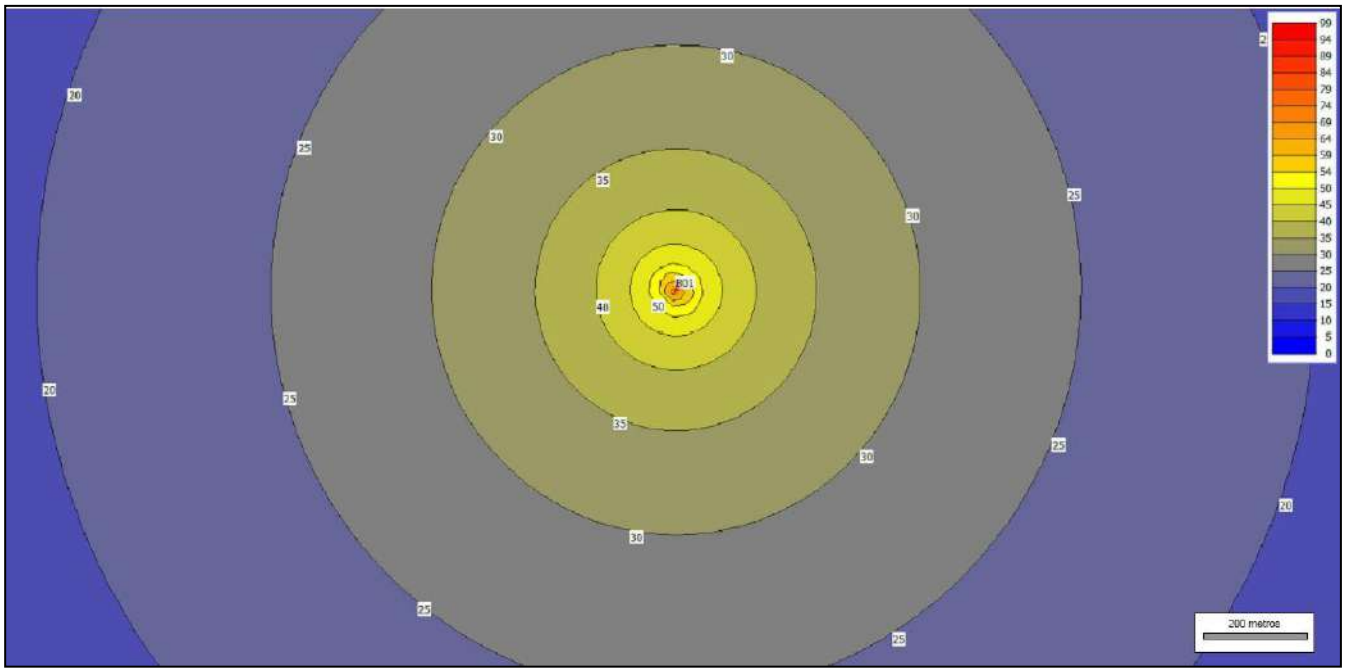
SUELO DURO (G=0)	
DISTANCIA [m]	**NIVEL SONORO [dB]**
1	85
3	74
5	70,5
10	65,6
20	60,1
25	58,2
50	52,3
75	48,7
100	46,2
150	42,5
200	39,9
250	38,3
500	32,9
750	29,2
1000	26,3
1500	21,7
2000	18,1
2500	15

SUELO POROSO (G=1)	
DISTANCIA [m]	**NIVEL SONORO [dB]**
1	85
3	73,3
5	69,2
10	63,3
20	57,2
25	55,3
50	49,1
75	45,5
100	42,9
150	39,2
200	36,6
250	34,5
500	27,9
750	23,7
1000	20,6
1500	15,8
2000	12,1
2500	8,9

A continuación se muestra el mapa de ruidos generado por dicho container de baterías. Se considera un suelo medio y las mediciones para la generación de dicho mapa se realizan a una altura de 4 metros.



3. Mapa de ruidos. Container de baterías. Detalle



4. Mapa de ruidos. Container de baterías

El software iNoise medirá el nivel de presión sonora en los diferentes puntos que considere necesarios para hacer el mapa de ruido. Como ya se ha mencionado anteriormente, este software se basa en la norma ISO 9613 para realizar los cálculos.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

ANEXO . CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL (CTPMC)

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)
"BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN
MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

INIDICE

1 INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN. MEMORIA DESCRIPTIVA 5

1.1 OBJETO 5
1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CTPMC 5
1.3 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR 6
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 6
1.4.1 OBRA CIVIL 6
1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 6
1.4.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 10
1.4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN 10
1.4.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN 10
1.4.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN 12
1.4.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MT. 13
1.4.2.5 RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL 15
1.4.2.6 MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN 23
1.4.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 24
1.4.4 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA 28
1.4.4.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN 28
1.4.4.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO 28
1.4.4.3 TIERRAS INTERIORES 29
1.4.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS 30
1.4.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 32

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 34

2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN 34
2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN 35
2.3 CORTOCIRCUITOS 36
2.3.1 OBSERVACIONES 36
2.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 36
2.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN 37
2.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN 37
2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO 38
2.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE 38
2.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA 38
2.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA 38
2.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS 39
2.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN 40
2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 42

2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 45
2.9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA..... 46
2.10 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO 47
2.10.1 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO. 49
2.10.2 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO EN EL INTERIOR DEL PROPIO CT 51
2.10.3 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO EN EL EXTERIOR DEL CT (CUMPLIMIENTO RD 1367/2007)..... 53

1 INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETO

En este anexo se pretende definir las características y medidas adoptadas para la instalación y puesta en servicio de Centro de Transformación, protección, medida y control MT/BT de 3.800 kVA para la interconexión con la Red Eléctrica de la planta de almacenamiento "BESS AGUIJÓN".

El Centro de Transformacion englobará tambien la aparamenta y equipos de proteccion, medida y control exigidos por la compañía para la interconexion, de este modo en el proyecto se definirá este centro como Centro de Transformacion, Proteccion, Medida y Control (CTPMC).

1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CTPMC

El Centro de Transformación, protección, medida y control estará integrado por un transformador de 3.800 kVA y la aparamenta necesaria para la protección y medida de la planta generadora. El CTPMC será de tipo exterior sobre plataforma de hormigón o edificio de tipo prefabricado, en hormigón o envolvente metálica, concebido para la distribución eléctrica de la energía generada en los parques fotovoltaicos. La ubicación de los centros queda reflejada en el documento "planos".

La interconexión eléctrica entre el Centro de Transformación, Proteccion, Medida y Control y el punto de conexión se realizará mediante una línea de MT subterranea a 20 kV.

Los tipos generales de equipos MT empleados son:

- Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.3 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR

Para el Centro de Transformación, Proteccion, Medida y Control de la planta de almacenamiento, se prevé una potencia en Baja Tensión de 3.780 kW. Esta potencia prevista está justificada en el correspondiente capítulo de la memoria, referente a la configuración de la instalación fotovoltaica. Se precisa el suministro de energía a 690 V. La potencia instalada por transformador será de 3.800 kVA.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.4.1 OBRA CIVIL

El Centros de Transformación, protección, medida y control será de interior del tipo prefabricado, ya sea en hormigón o envolvente metálica, y se situará lo más próximo posible al lugar donde se instalen los inversores.

1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Centros de Transformación – Caseta de hormigón

- Descripción

Los edificios a utilizar, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), están formados por distintos elementos prefabricados de hormigón, que se ensamblan en obra para constituir un edificio, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

Estos Centros de Transformación pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso gracias a su estructura modular.

- Envolvente

Los paneles que forman la envolvente están compuestos por hormigón armado vibrado y tienen las inserciones necesarias para su manipulación.

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

El transformador va ubicado sobre una "Meseta de Transformador" diseñada específicamente para distribuir el peso del mismo uniformemente sobre la placa base y recoger el volumen de líquido refrigerante del transformador ante un eventual derrame.

La placa base está formada por una losa de forma rectangular con una serie de bordes elevados, que se une en sus extremos con las paredes. En su perímetro se sitúan los orificios de paso de los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

- Placa piso

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se apoya en un resalte interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

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

Las puertas de acceso de peatón disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se

utiliza una cerradura de diseño propio que ancla la puerta en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

Esta previsto que al Centro de Transformacion, Proteccion, Medida y Control accedan desde el interior de la planta fotovoltaica la propiedad y personal de OyM y, desde fuera de la planta, acceda el personal de la compañía eléctrica. Por lo que la puerta de acceso en la pared posterior, destinada para la entrada I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. (Iberdrola), dispondrá de cerraduras homologadas por la Dsitribuidora.

- Ventilación

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

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación del Centro de Transformación, es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función del modelo y de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 150 mm de espesor.

- Características detalladas

- Nº de transformadores: 1
- Tipo de ventilación: Especial

- Puertas de acceso peatón: 2 puerta
- Dimensiones exteriores aproximadas:
    - Longitud: 8080 mm
    - Fondo: 2380 mm
    - Altura: 3250 mm
    - Altura vista: 2790 mm
    - Peso: 29090 kg

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

- Materiales de seguridad y primeros auxilios.

El CTPMC dispondrá de los siguientes elementos de seguridad:

- Banqueta aislante.
- Discos de señalización de peligro (NO TOCAR; PELIGRO DE MUERTE).
- Guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras.
- Placa de instrucciones para primeros auxilios.
- Insuflador boca a boca.
- Documentación básica del CT.

El proveedor entregará en formato papel, y en soporte informático los protocolos de cada transformador.

- Etiquetado Centros de Transformación.

La caseta prefabricada, en su parte exterior y en sitio bien visible, llevará una placa en la que se indicará, con letra indeleble y fácilmente legible, la identificación del Centro de Transformación, mediante la codificación: [CT]-[nº identificación], siendo:

- CT: Centros de Transformación.
- Nº identificación: enumeración de doble dígito.

1.4.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

El Centro de Transformación, Protección, Medida y Control, se conectará con el punto de conexión mediante una línea de interconexion de MT. Esta línea tendrá una tensión de servicio de 2150kV, nivel de aislamiento 12/20kV, y una frecuencia de 50 Hz.

Al tratarse de líneas de 20kV, se clasifican como líneas de Tercera Categoría. La línea estará formada por conductores unipolares de aluminio aislado de 3x240mm² de sección, designación HEPRZ1 AL 12/20kV.

La conexión de la línea a cada elemento se realizará mediante conectores acodados de 12/20kV.

1.4.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

<u>CELDAS:</u>

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

- <u>Construcción</u>

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

3 divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO-7253.

- Seguridad

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

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

Posibilidad de instalación de enclavamiento por cerradura independiente en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

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

- Grados de protección

Celda / Mecanismos de maniobra: IP 2XD según EN 60529
Cuba: IP X7 según EN 60529
Protección a impactos en:

- Cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
- Cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en las celdas supone que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas son las siguientes:

- Tensión asignada 24 kV
- Intensidad asignada: 400/630 A
- Intensidad de corta duración (1 o 3 s): 16/20 kA
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min)
    a tierra y entre fases: 50 kV
    a la distancia de seccionamiento: 60 kV
  - Impulso tipo rayo
    a tierra y entre fases : 125 kV
    a la distancia de seccionamiento: 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.4.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

- Elementos de salida en BT:

Cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, de la intensidad secundaria de los transformadores.

1.4.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MT.

- Medida: **CELDA MODULAR DE MEDIDA CGMCOSMOS-M**

Celda modular de medida con aislamiento en aire. Alojamiento para transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con embarrado del centro de transformación, mediante barras o cables secos.

Las caracteriticas principales son:

Características eléctricas			IEC	ANSI/IEEE
Tensión asignada	U_r	[kV]	12*	24
Frecuencia asignada	f_r	[Hz]	50/60	50/60
Corriente asignada				
Interconexión general de embarrado y celdas	I_r	[A]	400/630	400/630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	U_d	[kV]	28	50
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	U_p	[kV]	75	125
Clasificación arco interno	IAC		AFL 20** kA 0,5 s/20** kA 1 s	
Corriente admisible asignada de corta duración Valor t_k = (x) s	I_r	[kA]	16/20** (1/3 s) / 25 (3 s)	

* También disponible con U_r = 7,2 kV bajo demanda ** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA

- Protección General: **CELDA MODULAR DE PROTECCIÓN GENERAL CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CGMCOSMOS-V**

Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOSMOS-V, aislamiento integral en SF6, VN=24kV, In=400A / Icc=20kA, equipada con:

- Interruptor automático de corte en vacío (cat. E2-C2 s/IEC 62271-100). Con mando motor, e interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEV 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Con mando manual. Incluye: relé de protección comunicalbe ekorRPS, indicador presencia tensión y sensores de intensidad.
- Unidad de detección de tensión ekorRTK.

Características eléctricas			**IEC**	
Tensión asignada	U_r	[kV]	12	24
Frecuencia asignada	f_r	[Hz]	50/60	
Corriente asignada				
Interconexión general de embarrado y celdas	I_r	[A]	400/630	
Línea	I_r	[A]	400/630	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	U_d	[kV]	28	50
A través de la distancia de seccionamiento	U_d	[kV]	38	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	U_p	[kV]	75	125
A través de la distancia de seccionamiento	U_p	[kV]	85	145
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 1 s/20* kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R] 25 kA 1 s	
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	48	
Interruptor automático				
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)				
Valor t_k = (x) s	I_k	[kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	I_p	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65	
Poder asignado de corte y de cierre				
Poder de corte asignado corriente principalmente activa	I_1	[A]	400/630	
Poder de corte en cortocircuito	I_{sc}	[kA]	16/20*/25	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65	
Poder de corriente capacitiva (50 Hz). Carga de cable		[A]	31.5	
Secuencia de maniobras nominales				
Sin Reenganche			CO-15 s-CO O-3 min-CO-3 min-CO O-3 min-CO-15 s-CO	
Categoría del interruptor automático				
Endurancia mecánica (clase de maniobra)			2000-M1	
Endurancia eléctrica (clase)			E2-C2** para 25 kA/E2-C1 para 20 kA	
Seccionador de puesta a tierra			**IEC 62271-102**	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)				
Valor t_k = (x) s	I_k	[kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	I_p	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65	
Categoría del seccionador de puesta a tierra:				
Endurancia mecánica			1000-M0	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E2	

* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA ** Para conmutación de carga de cable

❖ Celdas de línea: **CELDA MODULAR DE LÍNEA CGMCOSMOS-L**

Dos Celdas modulares de línea CGMCOSMOS-L, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=20kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión. Una de estas celdas esta prevista para la futura instalación BESS (sistema de almacenamiento por baterías)

Características eléctricas			IEC	
Tensión asignada	U_r	[kV]	12*	24
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60	
Corriente asignada (embarrado y línea)	I_r	[A]	400/630	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	U^d	[kV]	28	50
A través de la distancia de seccionamiento	U^d	[kV]	32	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	U^p	[kV]	75	125
A través de la distancia de seccionamiento	U^p	[kV]	85	145
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/20** kA 1 s/ 25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s	
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	48 kV sin dispositivo de comprobación de cable 50 kV con dispositivo de comprobación de cable	

1.4.2.5 RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL

- Sistema Autónomo de Protección: ***ekorRPT y* ekorRPG**

Unidad de protección de transformadores de distribución instalada en celdas de interruptor combinado con fusibles. Todas las funciones de protección son realizadas por la unidad electrónica salvo los cortocircuitos polifásicos de alto valor que se producen en el primario del transformador. Dispone de entradas y salidas para la supervisión y el control del interruptor. El rango de potencias que puede proteger la misma unidad abarca desde 50 kVA hasta 2500 kVA en celdas del sistema cgmcosmos y desde 50 kVA hasta 1250 kVA en celdas del sistema cgm.3.

La unidad de protección, medida y control ekor.rpt, está enfocada a la protección de transformadores de distribución. Se instala en celdas de interruptor combinado con fusibles, de forma que todas las funciones de protección son realizadas por el sistema electrónico salvo los cortocircuitos polifásicos de alto valor que son despejados por los fusibles. Cuando se detecta una sobreintensidad que está dentro de los valores que puede abrir el interruptor en carga, el relé actúa sobre un disparador biestable de baja energía que abre el interruptor. En el caso de que la intensidad de defecto sea superior a la capacidad de corte del interruptor en carga, se bloquea el disparo del interruptor, para que se produzca la fusión de los fusibles. Por otro lado, se consigue un seccionamiento del equipo en defecto evitando que los fusibles se queden en tensión.

Según el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, el apartado 4.7 para Generadores conectados en redes de distribución indica que este apartado se aplicará a las instalaciones de producción de energía eléctrica que en virtud de su potencia nominal o de la tensión de la línea a la que se conecten no tengan una reglamentación específica en materia de seguridad y protección

El proyecto de ejecución de la planta fotovoltaica cumple con lo especificado en dicho apartado de ITC-RAT 09 con las siguientes protecciones instaladas:

a) **Mínima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación**. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

b) **Máxima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación**. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

c) Máxima tensión homopolar. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

d) Máxima y mínima frecuencia. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

e) Sobreintensidad de fase y neutro, tanto temporizada como instantánea. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección

multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

f) Protección anti-isla. Esta protección está incluida en las protecciones y funcionamiento del Inversor fotovoltaica. En sus características y certificados se recoge que el inversor no puede funcionar en isla.

Las Unidades de protección multifuncional que se incorporan en el proyecto son y tienen las siguientes características:

Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar.

- Funciones de Protección:
  - Sobreintensidad
    - Fases (3 x 50/51)
    - Neutro (50N/ 51 N)
    - Neutro Sensible (50Ns/51Ns)
    - Direccional de fases (3 x 67)
    - Direccional de neutro (67N)
    - Direccional de neutro sensible (67Ns)
    - Direccional de neutro aislado (67NA)
    - Imagen Térmica (49)
    - Desequilibrio de intensidades (46-46FA)
    - Arranque en carga fría (Cold Load Pickup)
    - Sobreintesidad controlada por tensión (51V)
    - Bloqueo del regulador de tensión: (50CSC)
    - Fallo de interruptor (50BF)
  - Subintensidad (37)
  - Tensión
  - Sobretensión (59)
  - Subtensión (27)
  - Sobretensión homopolar (59N)
  - Sincronismo (25)
  - Desequilibrio de tensiones (47)
  - Máxima y mínima frecuencia (81 M/m)
  - Derivada de frecuencia (81R)

- Máxima / mínima potencia activa
- Máxima / mínima potencia aparente
- Inversión de potencia activa / reactiva
- Frecuencia
- Potencia

➢ Funciones Lógicas / Automatismos
➢ Reenganchador (79)
➢ Supervisión de interruptor
➢ Supervisión de circuitos de disparo y cierre
➢ Comprobación del sincronismo
➢ Programación de entradas / salidas
➢ Lógicas programables
➢ Otros
- Autodiagnóstico del estado de la protección
- Configuración de hasta 6 tablas de ajustes

➢ Intensidades de fases, neutro y neutro sensible
➢ Tensiones simples y compuestas
➢ Potencias
➢ Energías
➢ Factor de potencia
➢ Maxímetro de Intensidad
➢ Secuencia inversa
➢ Distorsión de Armónicos (THD)
➢ Registro cronológico de sucesos y faltas
➢ Registro histórico de medidas máxima y mínima

Unidad digital de protección ekor.rpg o similar

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección con interruptor automático. Es autoalimentado a través de transformadores de intensidad toroidal, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

➢ Rango de Potencias: 50 kVA - 25 MVA
- Funciones de Protección:
- Sobreintensidad
  - Fases (3 x 50/51)

    - Neutro (50N/ 51 N)
    - Neutro Sensible (50Ns/51Ns)
  - Disparo exterior: Función de protección (49T)
  - Reenganchador: Función de protección (79) [Con control integrado ekorRPGci]
  - Detección de faltas de tierra desde 0,5 A
  - Posibilidad de pruebas por primario y secundario
  - Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
- Histórico de disparos
- Medidas de intensidad de fase y homopolar: I1, I2, I3 e Io
- Autoalimentación a partir de 5 A en una fase

- Elementos del sistema:

- Un relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).
- Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A / 1 A y 1000 A / 1 A dependiendo de los modelos y que van colocados desde fábrica en los pasatapas de las celdas.
- La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.
- El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

- Ith/Idin: 20 kA /50 kA
- Temperatura: -10 ºC a 60ºC
- Frecuencia: 50 Hz; 60 Hz ± 1 %
- Ensayos:
    - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
    - De aislamiento según 60255-5
    - Climáticos según CEI 60068-2-X
    - Mecánicos según CEI 60255-21-X
    - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultada de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogida en el protocolo B131-01-69-ME acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

- Sensores de tensión: **SENSORES DE TENSION CAPACITIVOS ekorEVTC**.

Sensores de tension capacitivos instaldos en barras. Sensor de tensión ekorEVTc. Para esta solución, resultan necesarios tres sensores de tensión ekorEVTc instalados en barras en el interior de un armario de control anexo para la realización de las funciones de protección que usan como referencia el valor de la tensión residual (67N y 59N). Sensor de tensión de tipo divisor capacitivo, funcionamiento autónomo y pasivo (sin alimentación auxiliar externa), con salida analógica de baja tensión y baja potencia aplicable directamente a los sistemas de medida sin acondicionamiento previo. Estos sensores de tensión ekorEVT-C disponen de las siguientes características:

- Relación de transformación 10.000 / 1 V o 10.000 V / 100 µA.
- Rango de medida hasta 36kV.
- Clase 0.5 medida y 3P protección, (conjunto relé + sensor).
- Salida en baja frecuencia para medida.
- Salida en alta frecuencia para comunicaciones PLC y medida de descargas parciales.

Alguna de las ventajas que presenta esta solución mediante sensores de tensión ekor EVT-C, frente a la instalación de los transformadores de tensión tradicionales, se enumeran a continuación:

- Volumen reducido. Utilización de celdas estándar.
- Mejor precisión. La precisión resulta para el conjunto (sensor-Relé), no solo del captador de tensión.
- Amplio rango. no es necesario cambiar los sensores por aumento de potencia.
- Mayor seguridad. Las partes activas al aire desaparecen.
- Mayor fiabilidad. El aislamiento integral.
- Independencia de la red. Eliminan ferroresonancia.
- Solución (ekorRPx, IV, Sensores) ensayada en su conjunto.
- No necesita celda de fusible ni celda medida con TT.

❖ Transformadores: **TRANSFORMADOR 3.800 kVA**

Transformador trifásico elevador de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con simple o doble devanado en el lado de baja tensión y sin neutro accesible en el secundario, de potencia 3.800 kVA y refrigeración natural seco o en aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 690 V.

- <u>Otras características constructivas:</u>

- Regulación en el primario: +/-2.5%,+/-5%,+10%
- Pérdidas y tension de corotcircuito (Ecc):

		MV Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled			
General Information					
Category		Hermetic mineral oil-insulated transformer (vegetable oil insulated upon request)			
Rated frequency		50 / 60Hz			
Efficiency at rated power		99%			
Primary voltage regulator		± 2 x 2.5 %			
Insulation class	Primary winding	12 kV: 12 / 28 / 75 kV	17,5 kV: 17,5 / 38 / 95 kV	24 kV: 24 / 50 / 125 kV	36 kV: 36 / 70 / 170 kV
	Secondary winding	3.6 kV			
Primary / secondary conductive material		Aluminium / Aluminium (Copper optional)			
Vector group[1]		Dy11			
Primary connection		Delta[2]			
Secondary connection		Star			
Max. overtemperature for windings / oil		+65 / +60 K			
No load current		< 1%			
Max. peak starting current		< 15 x In[2]			
Installation		Indoor or outdoor			
Cooling type		ONAN			
Max. altitude above sea level[3]		4,500 m			
Short-circuit impedance at 75 °C		8%[2]			
General features		Terminal board for primary voltage adjustment, lifting lugs, earthing terminal, electrostatic shield and DGPT2 / RIS relay			

- Grupo de conexión: Dy11 o Dy11y11
- Protección incorporada al transformador: Central electrónica de alarmas

1.4.2.6 MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

El material vario del Centros de Transformación, es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

- Puentes MT Transformadores: Cables MT 12/20kV
- Cables MT 12/20kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 3x240 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

- Interconexiones de BT:

- Centros de Transformación,
- Puentes BT - Transformador: Puentes transformador-cuadro
- La conexión eléctrica entre los transformadores de potencia y sus respectivos cuadros de BT se realizará con conductor tipo blindo-barra de Cu de sección adecuada a la corriente a transportar.

- Defensa de transformadores:

- Defensa de Transformador: Protección física transformador
- Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

- Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local (en caso de ser cerrado).

1.4.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Los equipos de medida estarán alojados en un armario homologado destinado a ese uso y a albergar las protecciones necesarias.

Los equipos de medidas, armarios y celdas cumplirán con lo siguiente:

- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos Fi) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de Iberdrola de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la

potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal (o 20% para transformadores de clase S) y la intensidad máxima de precisión del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.

- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).
- Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm2.
- Los armarios de medida serán los normalizados por Iberdrola de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.

- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.

Contadores-registrador.

El sistema de medida empleado será de cuatro hilos. Los equipos tendrán que utilizar el protocolo de comunicaciones IEC 870.5.102 modificado y homologado por Red Eléctrica.

Equipos Tipo	Contador Activa	Contador Reactiva
2	≤ 0,5 S	≤ 1

El contador registrador a utilizar estará homologado, o dispondrá de autorización de uso y dispondrá de la pegatina de verificación primitiva o verificación en origen del laboratorio con competencia, o en su defecto, la etiqueta de verificación por parte de Industria correspondiente a cada territorio o del órgano competente autorizado.

El punto de medida (Tipo 2) dispondrá de comunicaciones exclusivas, es decir, dispondrá de módem GSM.

Transformador de Tensión.

Como norma general y para Vn ≤ 36 kV, los transformadores de tensión serán de aislamiento seco a base de resinas sintéticas y cumplirán las normas indicadas.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Tensión secundaria del t\t	Potencia del t\t en VA	Clase de Precisión Medida
20.000	22000: √3	24	110: √3	30	0,2

Transformadores de Intensidad.

La carga máxima del secundario dedicado a medida fiscal estará comprendida entre el 25% y el 100% de la carga de precisión.

Como norma general, para Vn ≤ 36 kV, los transformadores serán de aislamiento seco.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Intensidad secundaria nominal (A)	Clase de Precisión			Potencia de Precisión (VA)		
				Medida		Protección	Medida		Protección
20.000	22000: √3	24	5-5-5	0,2S	0,5	5P20	10	15	15

Esta medida tendrá acceso libre, directo y permanente desde el camino público "SAN MARTÍN" con referencia catastral **28160A042090020000ZU**.

1.4.4 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

1.4.4.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centros de Transformación, se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

La envolvente dispondrá de una pletina de cobre que constituye el colector de tierras de protección, a la que se conectaran las pantallas de los cables subterráneos y demás elementos.

La línea de tierras contará con una caja de seccionamiento grado IP54 situada en la parte frontal del Centro. A partir de esta caja la línea estará formada por un conductor de cobre desnudo de al menos 70 mm^2 y picas de acero cobrizadas, cuya disposición y dimensiones están descritas en el apartado "Calculo de las instalaciones de puesta a tierra".

1.4.4.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Al tratarse de inversores trifásicos con salida en triángulo, no será necesario que el neutro sea accesible en los transformadores y, por lo tanto, no se conectará a tierra.

Para los transformadores de SSAA instalados en los edificios de inversión- transformación, y con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, el neutro del sistema de BT SSAA se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de herrajes de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado (0,6/1 kV).

Se conectará a tierra el neutro del transformador, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" de este anexo.

La línea de tierras contará con una caja de seccionamiento de grado de protección IP54, situada en el frontal del Centro en el lado de Baja tensión. A partir de esta caja y hasta el sistema de tierras se instalará cable de cobre de 50 mm^2 aislado de 0,6/1 kV protegido con tubo de PVC con grado de protección 7 como mínimo. El sistema de tierras se unirá mediante cable desnudo de cobre de al menos 70 mm^2.

La profundidad de la instalación de tierras será como mínimo de 50 cm.

1.4.4.3 TIERRAS INTERIORES

Las tierras interiores del Centros de Transformación, tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de al menos 50 mm^2 de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de al menos 70 mm^2 de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

1.4.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Alumbrado

En el interior del Centros de Transformación, (en caso de ser edificio prefabricado) se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tension.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al Centros de Transformación.

- Medidas de seguridad

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendocon ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en el Centros de Transformación, interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centros de Transformación.

- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.4.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El centro de Transformación del presente proyecto cumplirá con las prescripciones de protección contra incendios de acuerdo al R.D. 337/2014, de 9 de mayo. El fabricante certifica que las condiciones de fabricación y funcionamiento corresponde con lo que la normativa vigente prescribe y obliga a este respecto.

Con carácter general se adoptan las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores. Se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc.

b) Sistemas de extinción. Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B. Este extintor se colocará en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

c)Envolvente del Centro de Transformación de hormigón, que evitara lo siguiente:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- Se adjunta Informe técnico del fabricante respecto a la envolvente y sus características frente al fuego y su protección.

Junto con el informe técnico del fabricante adjunto y lo anteriormente dispuesto se considera que el Centro de transformación cumple con lo dispuesto en el R.D. 337/2014.

ORMAZABAL velatia

1 OBJETO

El objeto de este informe es presentar las características de resistencia al fuego de la envolvente de hormigón de los Centros de Transformación prefabricados de superficie tipo PFU y PF.

2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La justificación de que un elemento constructivo alcanza un cierto valor de resistencia al fuego, se puede acreditar por contraste con los valores fijados en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI) del Código Técnico de Edificación (CTE) o mediante su determinación directa a través de ensayos normalizados según la normativa europea vigente.

Las clases de resistencia al fuego y los criterios que las definen están recogidas en la norma UNE-EN 13501-2 "Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación". Por su parte, los procedimientos de ensayo se establecen en las normas UNE-EN 1364-1 y UNE-EN 1364-2 "Resistencia al fuego de elementos no portantes".

Las envolventes prefabricadas de hormigón de los Centros de Transformación tipo PFU y PF han sido ensayadas en los laboratorios CIDEMCO Tecnalia (certificado por ENAC), conforme a las normas citadas habiéndose obtenido las siguientes clases:

Centros de transformación PFU:

- Resistencia frente al fuego de las paredes: EI 90
- Resistencia frente al fuego de la cubierta: EI 60

Centros de transformación PF:

- Resistencia frente al fuego de las paredes: EI 60
- Resistencia frente al fuego de la cubierta: EI 60

IP-200.2

2

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

L a intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

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

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
Up	tensión primaria [kV]
Ip	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20kV. En el caso de transformador de 3.800kVA.

I_P = 109,70 A

2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

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

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
Us	tensión en el secundario [kV]
Is	intensidad en el secundario [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 690V. En el caso de transformador de 3.800kVA.

Is = 3.179,61 A

2.3 CORTOCIRCUITOS

2.3.1 OBSERVACIONES

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

2.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

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

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

donde:

Scc	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
Up	tensión de servicio [kV]
Iccp	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} U_s}$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
Ecc	tensión de cortocircuito del transformador [%]
Us	tensión en el secundario [V]
Iccs	corriente de cortocircuito [kA]

2.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Centros de Transformación,

Se podría utilizar la expresión anterior, pero dado que la compañía suministradora ha proporcionado el dato de la corriente de cortocircuito de la red, esta sería:

Iccp = 12,50 kA

2.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Transformador 4.200 kVA

Para el transformador de este centro, la potencia es de 3.800kVA en un único devanado de BT, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 690V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 690 V en el devanado será, según la fórmula anterior:

Iccs = 52,99 kA

2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas tipo prefabricadas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

2.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en un apartado anterior de este capítulo, por lo que:

Icc(din) = 31,25 kA

2.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

Icc(ter) = 12,50 kA.

2.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

- Transformador

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de protección por fusibles, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sean por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

- Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

2.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar tanto la intensidad nominal como la de cortocircuito.

Transformador 3.800 kVA

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 109,70 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 255 A para un cable de sección de 240 mm^2 de Al según el fabricante.

- Comprobación de la intensidad de cortocircuito

Es la intensidad que no provoca ninguna disminución de las características de aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos. Se la calcula admitiendo que el calentamiento de los conductores se realiza en un sistema adiabático y para una temperatura máxima admisible por el aislamiento de 250°C.

El cálculo de la sección de cable que permite el paso de una corriente de cortocircuito viene dado por la siguiente expresión:

$$Icc^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Dónde:

Icc = Intensidad máxima de cortocircuito (valor eficaz) calculada en una hipótesis adiabática.

t = Duración del cortocircuito en s.

S = Sección nominal en mm^2

$K = 148\ A \cdot s^{0,5} / mm^2$

$\beta = 228\ K$

$\theta_f = 250^0 C$ temperatura final

$\theta_i = 90^0 C$ temperatura inicial

En la siguiente tabla, se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) en los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Sección mm^2	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50	14,05	9,95	8,10	6,30	4,45	3,63	3,15	2,81	2,57
150	42,15	29,85	24,30	18,90	13,35	10,90	9,44	8,44	7,71
240	67,44	47,76	38,88	30,24	21,36	17,44	15,10	13,51	12,33
400	112,40	79,60	64,80	50,40	35,60	29,07	25,17	22,52	20,55

2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Los edificios prefabricados de homrigon se encuentran ensayados en laboratorios donde el fabricante certifica que la ventilación forzada, en este caso, es la idónea para la potencia del transformador a instalar, en este caso la ventilación la certifica el fabricante para una potencia instalada de 5.000kVA. Si es cierto que según la ITC-RAT 14 en su apdo 4.4.4 nos indica que es necesario comprobar que, en el caso de locales situados por debajo del suelo, y que se produzca un escape de gas SF6, este no pueda acumularse y poner en riesgo la salud de las personas, no siendo este el caso del proyecto.

El local estará provisto de ventilación forzada para evitar la condensación y refrigerar los transformadores. El uso de ventilación forzada se debe a la imposibilidad de garantizar una evacuación suficiente de aire que cumpla con las condiciones de funcionamiento de los equipos haciendo uso de una ventilación natural. Se empleará varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible. En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamable, condición que se cumple pues el centro de transformación está ubicado en un terreno rural.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua IP23D según Norma UNE-EN 62271-202. En cuanto a las rejillas y equipos de evacuación de aire, sus dimensiones, caudal y superficie mínima necesaria para una correcta renovación de aire se justifican en el Anexo de Cálculos.

En este proyecto, el centro será prefabricado, con el diseño realizado según el fabricante el cual cumple con la normativa vigente. El Edificio prefabricado en el proyecto será del tipo Ormazabal, modelo ENVOLVENTE PFU-7 1T VENTILACIÓN FORZADA o similar. El diseño y calculo del edificio es realizado y certificado por el fabricante del centro prefabricado. La ventilación del centro constara principalmente de:

- Rejillas (1,3x07m) de para ventilación de aire situadas adecuadamente en las paredes del prefabricado para favorecer ventilación forzada del mismo, con grado de protección IP 23D, según UNE 20324:1993, según planos del proyecto.

- Incluye un extractor helicoidal mural modelo HCBB/6-800H integrado en rejilla de ventilación trasera para la adecuada ventilación forzada del transformador. Incluso termostato para disparo del sistema de ventilación forzada.
- Los huecos destinados a la ventilación estarán protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales. Tendrá la forma adecuada (en forma de lamas) para impedir la entrada del agua de lluvia.

El diseño del local prefabricado se ha realizado, por parte del fabricante, en base a los siguientes cálculos

$$Q = \frac{G}{\gamma}$$

$$G = \frac{P}{C_e \cdot (t_1 - t_0}$$

$$P = P_{Fe} + P_{Cu} + P_{B}$$

$$\gamma = \frac{342 \cdot p}{t_1}$$

Donde:

Q caudal de aire a la salida del transformador.
G cantidad de aire necesaria para evacuar el calor generado por el transformador.
γ densidad del aire seco.
P pérdidas de potencia en el transformador.
PFe pérdidas del transformador, en vacío.
PCu pérdidas del transformador, en carga.
PBT pérdidas en los cuadros de BT, cuando circula por sus embarrados la corriente nominal de baja tensión del transformador.
Ce calor específico del aire seco.
t1 temperatura de salida del aire.
t0 temperatura de entrada del aire.
p presión de la mezcla de aire.

La entrada y salida de aire se produce a través de rejillas de ventilación, que deben ser diseñadas en función del caudal que las atraviesa, con una velocidad adecuada para evitar efectos sonoros indeseados.

$$S = \frac{Q}{V \cdot C_r}$$

Donde:

S caudal de aire a la salida del transformador.
Q caudal de aire a la salida del transformador.
V velocidad del aire a través de la rejilla de ventilación.
Cr coeficiente de forma de la rejilla de ventilación.

El fabricante del edificio para el centro de transformación propuesto en este proyecto, en este caso de la marca Ormazabal o similar, certifica y garantiza, según la normativa vigente que le diseño del edificio prefabricado y su ventilación es adecuada para la potencia del transformador y sus aparamenta.

2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

En el caso de que los transformadores instalados sean secos, no será necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

Si se utiliza transformador en aceite, se dispondrá de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Los cálculos, dimensionamiento y descripción del sistema corresponden con lo que se prescribe y se obliga en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, ITC-RAT 13. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA, ITC-RAT 14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR, ITC-BT 18 INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Dado que las intalaciones de puesta a tierra del CTPMC están íntimamente relacionadas con las instalaciones de puesta a tierra del resto de la planta, siendo prácticamente indivisibles, los cálculos, dimensionamiento y justificación de las mismas se han tomado en conjunto en un mismo anexo adjunto al proyecto: *ANEXO. PUESTA A TIERRA*.

2.10 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO

Según la ITC-RAT 14 en su apdo 4.8 es necesario comprobar que el nivel de ruido generados por la instalación de alta tensión no supera los valores establecidos en el Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre y en lo referente a zonificación acústica y objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Según el Real Decreto 1367/2007 se establecen unos valores objetivos de calidad acústica en función del área, indicados en la tabla A del anexo II indica unos índices de:

TIPO AREA ACUSTICA		INDICES DE RUIDO		
		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

Donde

- Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año. (12 Horas día)
- Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

(4 horas tarde)

- Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año. (8 horas noche)

La fórmula para el cálculo es :
Nivel de presión sonora continuo equivalente. LAeq(T)

$$L_{Aeq} = 10\log\frac{1}{24}\left(12 * 10^{\frac{ld}{10}} + 4 * 10^{\frac{le+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{ln+10}{10}}\right)$$

Así mismo dicho Real Decreto 1367/2007 en su Anexo III establece los valores Límites de Inmisión en las tablas B1 y B2,

Tabla B2.del RD y TablaG del Dectreto Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades nuevas.

Uso del local colindante	Tipo de recinto	INDICES DE RUIDO		
		Lkd	Lke	Lkn
Residencial	Estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30

Tabla B1 del RD y tabla F del Decreto .Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades.

TIPO AREA ACÚSTICA		INDICES DE RUIDO		
		Lkd	Lke	Lkn
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

En este caso se deberá cumplir que los índices de ruido deben ser inferiores a los valores de zona industrial.

2.10.1 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO.

A pesar de que la ITC-RAT-14 exige a las instalaciones no superar un determinado nivel de emisión acústica, el RAT 2014 no exige documentar las medidas adoptadas en el proyecto técnico.

En una instalación fotovoltaica la mayor emisión de ruido es producida por el trasformador.

Los transformadores, para su fabricación, tienen su nivel máximo de ruido (potencia acústica en dB) regulado bajo norma de obligado cumplimiento UNE-EN 50464. En esta norma se encuentra la siguiente tabla que indica las pérdidas del transformador, para tensiones de aislamiento de 36kV, en base a la potencia y el nivel de emisión sonora máximo

Los transformadores actuales, a nivel europeo deben tener, como máximo el nivel A0 de pérdidas del circuito magnético.

En el caso que nos ocupa estamos hablando del transformador que es una máquina puntual que es la única que emite el sonido, en este caso y según la información del fabricante del transformador de 3.800 kVA es de 68dB. Entendiendo que la instalación se encuentra aislada sin viviendas y edificaciones cercanas, el valor Ld, que es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año (12 Horas día), sera 75 dB.

Atenuación por la distancia. Fuentes sonoras puntuales y lineales

En el estudio de la propagación del sonido en campo libre, es decir, en ambientes exteriores, es preciso diferenciar dos tipos de fuentes sonoras

En el caso de las fuentes sonoras puntuales, se considera que toda la potencia de emisión sonora está concentrada en un punto. Se suelen considerar como fuentes puntuales aquellas máquinas estáticas o actividades que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio. Dependiendo del detalle del análisis las fuentes puntuales muy próximas pueden agruparse y considerarse como una única fuente.

Para fuentes puntuales, la propagación del sonido en el aire se puede comparar a las ondas de un estanque. Las ondas se extienden uniformemente en todas direcciones, disminuyendo en amplitud según se alejan de la fuente.

En el caso ideal que no existan objetos reflectantes u obstáculos en su camino, el sonido proveniente de una fuente puntual se propagará en el aire en forma de ondas esféricas según la relación:

$$= L_w + 10 \log \left(\frac{ED}{4\pi d^2}\right)$$

Donde ED para el caso de una esfera es 1

$$= L_p - 20 \log r + 11$$

en nuestro caso la fuente es puntual pero está unida al suelo , por lo que realmente es una semiesfera uniforme, es decir ED = 2 por lo tanto quedando la fórmula

$$= -20 \log r + 8$$

2.10.2 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO EN EL INTERIOR DEL PROPIO CT

Lo indicado en el apartado anterior es en campo libre, como no es así si no que existen obstáculos, la pared del centro de transformación, el aire y la pared del local, por lo que la propagación del sonido resulta modificada. Cuando una onda sonora encuentra un obstáculo sólido, una parte de la energía es reflejada por el obstáculo, otra parte es absorbida por el mismo, penetrando en su interior y transformándose en vibraciones mecánicas que pueden eventualmente radiar nuevas ondas acústicas, y, finalmente, el resto de la energía "bordea" el obstáculo, produciéndose una perturbación del campo acústico por efecto de la difracción, lo que se llama propagación del sonido en campo difuso o reverberante

La existencia de superficies reflectantes, y por lo tanto su área de absorción equivalente, en un espacio cerrado en el que se produce la emisión sonora, condicionará la relación entre el nivel de potencia emitido por la fuente y el nivel de presión recibido a una distancia de la misma, quedando plasmado en la siguiente ecuación:

$$= L_w + 10 \log \left(\frac{}{4\pi d^2} + \frac{}{A} \right)$$

Donde A es el área de absorción equivalente, en m2, entendida como el sumatorio de las diferentes superficies que conforman el recinto, Si, por el coeficiente de absorción de cada una de ellas, αi.

El coeficiente de absorción de una superficie vendrá determinado por las características del material del que se compone.

$$A = \sum \propto_I S_I$$

Para la estimación experimental de este parámetro acústico característico de un espacio cerrado, suele emplearse la Fórmula de Sabine, donde el área de absorción equivalente se relaciona experimentalmente con el tiempo de reverberación existente en la estancia y el volumen de la misma.

$$A = 0{,}16\frac{V}{Tr}$$

donde:

V es el volumen de la sala en m3.

Tr el tiempo de reverberación experimental de la sala en segundos.

DETALLES DEL CALCULO:

La justificación debe ser que Lp calculado debe ser inferior al nivel máximo de ruido permitido, en este caso valor LeqAT de 73dBA.

- Dimensiones de la sala del transformador (AxL) x H :8,08x2,38= 19,23m2 x2,78= 53,46m3
- Material de la sala: Hormigón
- Coeficiente de absorción del hormigón en bandas de octava.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Hormigón	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,027

Para la banda de 1000Hz:

$$A = \sum \propto_I S_I = 8{,}08x2.585x2x0{,}02 + 6{,}08X2{,}78x0{,}02x2 + 2{,}78x2{,}585x2x0{,}02 = 1{,}932$$

El nivel de ruido en el propio CTPMC a 3m del origen, del transformador será

$$L_p = 79 - 10\log\left(\frac{2}{4\pi 3^2} + \frac{4}{2{,}027}\right) = 75{,}80dBA$$

2.10.3 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO EN EL EXTERIOR DEL CT (CUMPLIMIENTO RD 1367/2007)

Atenuación por la distancia. Fuentes sonoras puntuales y lineales

En el estudio de la propagación del sonido en campo libre, es decir, en ambientes exteriores, es preciso diferenciar dos tipos de fuentes sonoras.

En el caso de las fuentes sonoras puntuales, se considera que toda la potencia de emisión sonora está concentrada en un punto. Se suelen considerar como fuentes puntuales aquellas máquinas estáticas o actividades que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio. Dependiendo del detalle del análisis las fuentes puntuales muy próximas pueden agruparse y considerarse como una única fuente. En este caso, al existir una única fuente de emisión, que es el transformador, será según el fabricante 68dBA.

Para fuentes puntuales, la propagación del sonido en el aire se puede comparar a las ondas de un estanque. Las ondas se extienden uniformemente en todas direcciones, disminuyendo en amplitud según se alejan de la fuente.

En el caso ideal que no existan objetos reflectantes u obstáculos en su camino, el sonido proveniente de una fuente puntual se propagará en el aire en forma de ondas esféricas según la relación.

$$= L_w + 10 \log \left(\frac{ED}{4\pi d^2}\right)$$

Donde ED para el caso de una esfera es 1.

$$= L_p - 20 \log r + 11$$

en nuestro caso la fuente es puntual pero está unida al suelo , por lo que realmente es una semiesfera uniforme, es decir ED = 2 por lo tanto quedando la fórmula:

$$= L_p - 20 \log r + 8$$

El RD 1367/2007 obliga a unos valores máximos de nivel de ruido en función de la ubicación como hemos visto en el apartado Anterior el LeqAT medio ponderado debe ser como máximo 75dB para zona industrial

Usando el Documento Basico de HR (DB-HR) de Protección frente al ruido, para calcular el nivel de ruido en el exterior del local tendremos en cuenta, la perdida por distancia y la perdida por aislamiento de la envolvente hacia fachada exterior.

El material del edificio prefabricado es hormigón armado mediante las fórmulas del DB-HR calculamos la absorción de la cara del edificio teniendo en cuenta que está formado por diferentes materiales, hormigón y acero.

El DB-HR indica que los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento RA, en función de la masa por unidad de superficie, m, expresada en kg/m2:

$$m \leq 150 kg/m^2 \; RA \; 16,6 \cdot lgm+5 \; [dBA]$$

$$m \geq 150 kg/m^2 \; RA = 36,5 \cdot lgm-38,5 \; [dBA]$$

Para las tapas de acceso de personas y materiales, igualmente están constituidas por hormigón armado y acero, pero de inferior dimensión que las paredes el aislamiento proporcionado en dBA por lo que se utilizará la anterior expresión para su cálculo.

En nuestro caso aplicando las fórmulas anteriores, teniendo en cuenta que es pared simple:

	Msa unitaria Kg/m2	Aislamiento acústico R en dbA
Hormigón de 15cm armado en CT	350	51,35
Puerta y Ventana Chapa Acero		8
Ventana con lamas de ventilación		0

En estos casos en los que la composición es un paramento mixto el aislamiento se calcula con la fórmula

$$R_g = 10\log\left[\frac{(S_c + S_v)}{\left(\frac{S_c}{10^{0,1R_c}} + \frac{S_V}{10^{0,1R_V}}\right)}\right]$$

Donde S, será cada una de las superficies y R el asilamiento correspondiente a cada superficie

Como ya hemos indicado, las ondas se trasmiten como ondas en un estanque, por lo tanto, analizaremos en cada dirección el aislamiento que tiene, y por lo tanto la trasferencia de sonido así tenemos que, en este caso el sonido saldrá por las paredes y el forjado superior, siendo:

- Superficie Paredes C. Transformador (2x2,3+2x8,08)x3,2 = 58,18m^2
- Superficie Techo C. Transformador 2,2x8,08 = 19,23m^2
- Superficie Puerta Acero: 5,04m2
- Superficie Ventanas con lamas: 2,02m2

Con la fórmula anterior calculamos la absorción del conjunto:

a absorción de la cubierta del centro de transformación es de 36,23dBA.

Con la fórmula de la pérdida por distancia, en el aire consideramos una persona encima del transformador, la distancia al oído 1,6m + la altura a la rasante del suelo 2,56 + punto medio del transformador 1,72/2 = 0,86 ---3,3 , el resultado sería:

	Distancia a pto de medición (m)	dB
Emisión sonora Trafo		73
Aislamiento forjado techo		-37,23
Pérdida por distancia	3,3	-23,54
Resultado dB en pto		**203**

Por lo que cumple las condiciones de no llegar a ningún de los limites en ninguno de los casos propuestos en el Real Decreto.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

ANEXO. PUESTA A TIERRA

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.

Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

0 ÍNDICE

0 ÍNDICE 3

1 OBJETO 4

2 SISTEMA DE UNIDADS Y SOFTWARE UTILIZADO 5

3 NORMATIVA VIGENTE 6

4 RED DE PUESTA A TIERRA. GENERALIDADES 7

4.1 PARQUE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS 8
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE TIERRAS 9
4.3 JUSTIFICACIÓN DISEÑO RED DE TIERRA 10

5 METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA LA PUESTA A TIERRA 11

6 DATOS DE PARTIDA 12

6.1 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO 12
6.2 DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA TIEMPO DE ELIMINACIÓN EN ALTA TENSIÓN 13
6.2.1 INTENSIDAD DE PUESTA A TIERRA LADO ALTA TENSION (I_E). 13
6.2.2 DURACIÓN DE CORRIENTE DE FALTA 14
6.3 DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA TIEMPO DE ELIMINACIÓN EN BAJA TENSIÓN 15
6.3.1 INTENSIDAD DE PUESTA A TIERRA LADO BAJA TENSIÓN 15
6.3.2 DURACIÓN DE CORRIENTE DE FALTA LADO BAJA TENSION 17
6.4 RATIO X/R 17
6.5 FACTOR DE DIVISIÓN DE CORRIENTE (SF) 17

7 CONFIGURACIÓN RED DE TIERRAS 18

8 CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA 19

9 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO 20

9.1 TENSIONES ADMISIBLES DE PASO Y CONTACTO 20
9.2 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO TRANSFERIDAS AL TERRENO NATURAL 21
9.3 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR 23

10 VALIDACIÓN DE LA RED DE TIERRAS 24

11 ESTUDIO DE SOBREDIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE TIERRAS 25

12 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO 26

13 CONCLUSIONES 27

14 ANEXO 1. INFORME ETAP 28

15 ANEXO 2. INFORME ETAP SOBREDIMENSIONAMIENTO 29

ANEXOS

1 OBJETO

El objeto del presente documento, concebido como Anexo técnico del Proyecto de Ejecución Administrativo para el SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN", se redacta para incorporar una justificación y cálculos para el dimensionamiento del sistema de puesta a tierra, comprobación de las tensiones de paso y tensiones de contacto, para las diferentes instalaciones que se pretenden legalizar en el expediente, teniendo en cuenta la normativa y reglamentación vigente.

2 SISTEMA DE UNIDADS Y SOFTWARE UTILIZADO

Sistema Internacional de Unidades (SI) especto al código ISO 1000.

El software utilizado para el cálculo ha sido ETAP, así como la aplicación GEATECH.

3 NORMATIVA VIGENTE

Todos los cálculos se han desarrollado con respecto a las normas internacionales vigentes en relación con el cálculo y el diseño del sistema de puesta a tierra de las instalaciones de baja tensión previstas para la instalación.

Las normas internacionales utilizadas o consultadas para el cálculo y diseño son las siguientes:

- IEEE Std 80-2013 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".
- IEC 60364-4-41 Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock.
- IEC 60364-5-54 Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors.
- IEC 61000-5-3 – Requisitos de puesta a tierra para equipos electrónicos.
- IEC 61439 – Cuadros de distribución de baja tensión.
- IEC 62305 – Protección contra rayos
- IEEE 142 - Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems (Red Book)
- IEEE 1100 - Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment (Green Book).
- IEC 62485-2 - Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries.
- Proyecto Tipo para Centros de Transformación de la Compañía distribuidora

4 RED DE PUESTA A TIERRA. GENERALIDADES

En general, los sistemas de puesta a tierra cumplen los requisitos siguientes:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos.
- Limitar el valor de las sobretensiones que pueden aparecer en el sistema eléctrico en las diferentes condiciones de explotación.

Este sistema está constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrado en el suelo y por las líneas que conectan dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierras.

Para este tipo de instalaciones cabe distinguir dos sistemas de puesta a tierra:

- Sistema de puesta a tierra de protección o general, constituido por las líneas de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra las partes conductoras de la instalación y los pararrayos.
- Sistema de puesta a tierra de servicio o del neutro de baja tensión, constituido por la línea de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra el neutro de baja tensión

Para esta instalación se diseñará un sistema de red de puesta a tierra común para todos los receptores de campo de alta y baja tensión y resto de estructuras metálicas.

La salida del neutro de baja tensión, así como un borne secundario de los transformadores de medida del cuadro de baja tensión, se conectarán al sistema de puesta a tierra del neutro.

Cada uno de los sistemas de puesta a tierra estará conectado a una caja de seccionamiento independiente.

Además, se instalará una caja de unión de tierras que permita unir los electrodos de tierra general y de neutro, ya que se puede justificar dicha unión. En la caja se señalizará la posición habitual, tierras unidas o separadas.

A continuación, se resumen el régimen de neutro escogido para cada instalación:

Circuito	Fases	Frecuencia	Régimen de neutro
Tensión de almacenamiento ESS	Positivo y negativo	N/A	Aislado (IT)
Tensión generación Puentes de baja tensión	3F	50 Hz	Aislado (IT)
Tensión de Sistema colector (MT)	3F	50 Hz	Aislado (IT)
Tensión de servicios auxiliares	3F+N	50 Hz	Neutro Rígido a tierra (TN)

Los electrodos de puesta a tierra serán dimensionados para que los valores de las tensiones de contacto y de paso que se presentan en la instalación, sean menores que los valores reglamentarios admisibles.

4.1 PARQUE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS

La puesta a tierra de las baterías de litio en un sistema de almacenamiento energético es igualmente crucial, aunque existen algunas diferencias específicas respecto a otras tecnologías de baterías. Las baterías de litio son más eficientes y tienen una mayor densidad de energía, pero también presentan desafíos adicionales en términos de seguridad y protección, pues se deben minimizar los riesgos de cortocircuitos, sobrecargas, fallos en el sistema y problemas derivados de posibles fugas de corriente.

Se diferencian dos procesos distintos para la puesta a tierra de las baterías de litio, uno para la conexión de la carcasa metálica de las baterías a tierra y otro para la puesta a tierra de la estructura del banco de las baterías.

Para la conexión de la carcasa metálica de las baterías a tierra:

- **Baterías de litio en cajas metálicas**: Las baterías de litio suelen estar contenidas en carcasas metálicas. Estas carcasas deben conectarse a tierra para evitar que cualquier fuga de corriente o descarga en el sistema pueda causar un riesgo.
- **Terminal de conexión a tierra**: Estas carcasas tienen terminales o puntos de conexión para que se pueda estar conectado a un conductor de tierra que vaya a la red de puesta a tierra general del sistema.

Para la puesta a tierra de la estructura del banco de baterías:

- **Estructura de soporte del banco de baterías:** En sistemas más grandes, las baterías de litio se agrupan en bancos, que generalmente están soportados por una estructura metálica. Esta estructura también debe conectarse a tierra, ya que las corrientes de fuga pueden fluir hacia la estructura y crear un peligro potencial.

- **Conexión a la barra de tierra:** La estructura del banco de baterías debe conectarse a la barra de tierra común del sistema de puesta a tierra, para asegurar que cualquier fuga o descarga se redirija adecuadamente hacia tierra.

Se debe destacar que en muchos sistemas de almacenamiento con baterías de litio, el terminal negativo de la batería puede conectarse directamente a tierra que ayuda a gestionar las corriente de fallo. Esta configuración se llama "*tierra negativa*". En algunos sistemas específicos, también puede ser necesario conectar el terminal positivo a tierra. Al realizar estas conexiones, se debe asegurar que las conexiones sean de alta calidad y estén bien aisladas.

También se deben instalar dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) ya que estas pueden ser un riesgo en grandes sistemas de almacenamiento de energía. Es recomendable instalar supresores de picos o varistores en la línea de tierra para proteger las baterías y otros componentes del sistema frente a sobretensiones ocasionadas por rayos o fallos en la red eléctrica.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE TIERRAS

El electrodo de puesta a tierra de protección, estará formado por:

- Un anillo perimetral de cobre desnudo de 70 mm2, enterrado a 0,5 m de profundidad, y separado 1 m de las paredes del edificio de almacenamiento de baterías. También para los edificios PCS y CT.
- Este cable saldrá de la caja de seccionamiento de protección, estando incluida su conexión con la caja y sellado del pasacables por donde sale el cable desde el edificio de almacenamiento a la zona enterrada.
- Para cerrar el anillo se utilizará una grapa de conexión para cable de cobre. En las esquinas y punto medios de cada lado del anillo se colocará una pica cilíndrica, de acero cobrizado, de 14 mm de diámetro y de 2 m de longitud (8 picas en total). También para los edificios PCS y CT. Además, se añadirán picas cilíndricas en:
    - Una en cada equina de la red.
    - Una en cada cruce de conductores de la red mallada.
    - Una pica por cada iluminaria (farola) exterior.
    - Una pica por cada báculo de cámara de videovigilancia.
- En el exterior del edificio, desde sus paredes hasta 1,2 m del mismo, se construirá una acera perimetral de hormigón de 15 cm de espesor. Está acera contendrá en su interior un mallazo electrosoldado.
- A la línea de tierra de protección del edificio del edificio de almacenamiento, se conectarán:
    - Armadura de la envolvente prefabricada, si la hay.
    - Aparamenta de MT, que estará conectada al cable de tierra por dos puntos.
    - Pantalla del cable RHZ1, de llegada y salida de las líneas de MT.
    - Las puertas y rejillas, en el caso de que sean metálicas.
    - Cualquier armario metálico instalado en el BESS, así como los armarios de

  - telecontrol y comunicaciones.
- Los conductores de tierra, siempre y cuando coincidan con las canalizaciones de fuerza, se tenderán en la misma zanja, grapados a las paredes o directamente enterrados. Con una separación mínima de 5 cm.
- Los cables de enlace con el electrodo de puesta a tierra serán protegidos mediante cubierta polimérica amarilla y verde, y fijados adecuadamente. Tendrán una sección mínima de 120 mm^2.
- Los electrodos de puesta a tierra deberán situarse a una profundidad suficiente para evitar el efecto de la congelación del agua ocluida en el terreno, por lo que los electrodos horizontales de puesta a tierra se situarán a una profundidad mínima de 0,5 m, pudiendo ser necesarias profundidades mayores en zonas muy frías. Esta medida garantiza también una cierta protección mecánica.

4.3 JUSTIFICACIÓN DISEÑO RED DE TIERRA

Su objeto, principalmente, es el delimitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Todas las masas de la instalación, tanto de la sección de continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-BT-18).

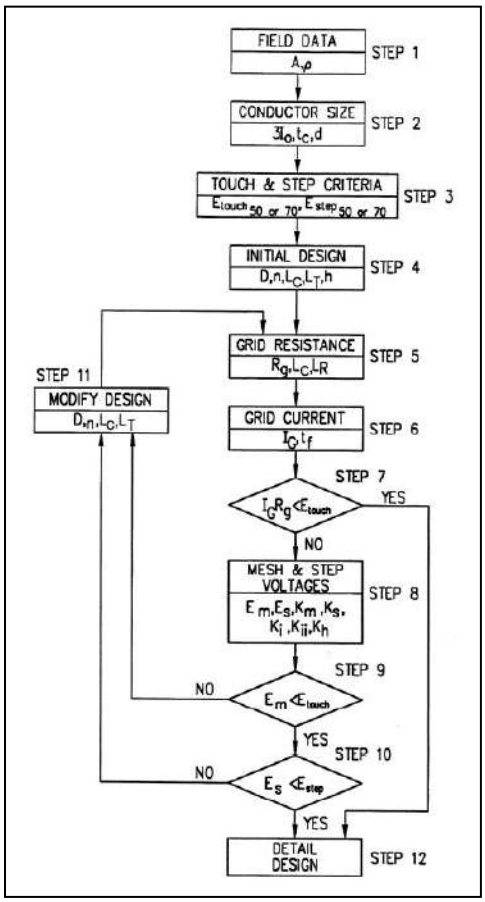
Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable aislado de cobre de al menos 16 mm^2 y cable de cobre desnudo enterrado de 70 mm^2 de sección. El cable desnudo, se enterrará a una profundidad no inferior a 0,8 m.

Todos los inversores se conectarán equipotencialmente quedando una tierra equipotencial.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, se dispondrá de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito. Para garantizar un buen contacto eléctrico con el electrodo, las conexiones se efectuarán por medio de piezas de empalme adecuadas: terminales bimetálicos, grapas de conexión atornilladas, elementos de compresión o soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión.

5 METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA LA PUESTA A TIERRA

La metodología usada, es la recomendada por la IEEE 80.2013 figura 32, de dicha norma:



A continuación, se explican los pasos a seguir:

- La estratificación del terreno natural, basada en el estudio geotécnico, se realiza mediante ETAP, para mostrar las medidas de resistividad eléctrica, que se toman en varios puntos del terreno.
- Estudio previo de cortocircuito para ser consultado.
- Elección del conductor a utilizar en el sistema de puesta a tierra.
- Diseño del sistema de puesta a tierra.
- Cálculo de las tensiones de contacto y de paso máximas admisibles, de acuerdo con el diseño de la red de puesta a tierra mediante el software ETAP. Los cálculos se ajustan a la norma IEEE 80.2013.
- Verificación del diseño seguro del sistema de puesta a tierra, según los resultados obtenidos de las tensiones de paso y contacto admisibles y las tensiones de paso y contacto admisibles transmitidas.

6 DATOS DE PARTIDA

6.1 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO

Al no existir estudio geotécnico en la fecha de elaboración del proyecto, para calcular la resistividad eléctrica del terreno, se realizará mediante el software comercial GEATECH, el cual estima valores de resistividad eléctrica en base a la latitud y longitud del lugar donde se desee realizar el estudio.

Latitud: 49,921609°
Longitud: -4,035336°

Con ello, se estima una resistividad eléctrica del terreno de 150 Ωm.

6.2 DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA TIEMPO DE ELIMINACIÓN EN ALTA TENSIÓN

Además de las características del suelo, para el dimensionamiento del sistema de puesta a tierra es necesario conocer:

1. el valor de la corriente de falta, que depende principalmente del método de puesta a tierra del neutro de la red de AT.
2. la duración de la misma, que depende del tiempo de actuación de las protecciones.

El neutro de l**a red de AT de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U está aislado de tierra**.

6.2.1 INTENSIDAD DE PUESTA A TIERRA LADO ALTA TENSION (I_E).

En el caso de red de AT con neutro aislado, la intensidad de falta a tierra se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$|I_F| = \frac{\sqrt{3} \cdot C \cdot U_n \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

siendo:

U_n tensión nominal de la red [V]
c factor de tensión, c= 1,1.
ω pulsación eléctrica
C_a capacidad de las líneas aéreas que parte de la subestación [µF/km]
L_a longitud de todas las líneas aéreas que parte de la subestación [km]
C_s capacidad de las líneas de cables asilados que parte de la subestación [µF/km]
L_s longitud de todas las líneas con cables aislados que parte de la subestación [km]
R_t resistencia de puesta a tierra general [Ω]

La intensidad de puesta a tierra (I_E) es la parte de la intensidad de falta (I_F) que provoca la elevación del potencial de la instalación a tierra.

$$I_E = r \cdot I_F$$

siendo:

r factor de reducción por efecto inductivo debido a los cables de tierra.

El valor de la intensidad de defecto a tierra máxima se obtiene cuando el valor de R es nulo con lo que:

$$I_{F\,max} = \sqrt{3} \cdot c \cdot U_n \cdot \omega \cdot C$$

A partir de esta expresión se calcula la capacidad total fase-tierra de las líneas y los cables que salen de la subestación (C):

$$C = \frac{I_{FMAX}}{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n \cdot \omega}$$

Teniendo en cuenta la resistencia de puesta a tierra transformación (Rt), la intensidad de defecto a tierra general del centro de para un defecto en el lado de alta siguiente:

$$I_F = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{\sqrt{(3 \cdot R_t)^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot \mathrm{C}}\right)^2}}$$

Si se trata de un centro ubicado en zona urbana, la resistencia de puesta a tierra general de dicho centro estará conectada en paralelo con la de otros centros a través de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión, por lo cual la intensidad de puesta a tierra, I_E, que circula por la puesta a tierra del centro a proyectar, será, tal y como se ha indicado anteriormente, tan solo una fracción de I_F.

Sin tener datos de la compañía en la fecha de la redacción de este proyecto, y considerando las características propias de la red de UFD (posibles I_F y r), la intensidad máxima de puesta a tierra será de 80 A en el lado de AT

6.2.2 DURACIÓN DE CORRIENTE DE FALTA

Sin tener datos de la compañía en la fecha de la redacción de este proyecto y tomando de referencia el proyecto tipo de la compañía y considerando las características propias de la red de Unión Fenosa Distribución, el tiempo de actuación de las protecciones para la falta a tierra será:

$$t_F = 0{,}7 \text{ s}$$

6.3 DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA TIEMPO DE ELIMINACIÓN EN BAJA TENSIÓN

6.3.1 INTENSIDAD DE PUESTA A TIERRA LADO BAJA TENSIÓN

Para determinar el defecto máximo que podamos tener en el lado de baja tensión, en los equipos instalados, utilizamos la información el fabricante respecto a las intensidades máximas y protección en dichos equipos.

INVERSOR (PCS)

De acuerdo con IEC 60909-0:2016, la capacidad de cortocircuito de **SUNGROW SC210HX** el fabricante declara:

EQUIPO	Max Potencia Aparente AC (kVA)	Tensión Nominal de salida (V)	Corriente de cortocircuito Ik en régimen permanente (A)	Corriente de cortocircuito inicial Ik'' (1 ciclo o 20 ms) (A)	Corriente de cortocircuito pico Ip (A)
SUNGROW SC210HX	**210**	**690**	**175,72**	**263,57**	**496,96**

CONTENEDOR DE BATERÍAS

Según la norma IEC 61660-1, la corriente de cortocircuito pico de la batería en el sistema CC se calculará según la fórmula siguiente:

Diagrama de circuito equivalente y parámetros de cortocircuito

La corriente máxima de cortocircuito:

$$i_{pB} = \frac{E_B}{R_{BBr}}$$

Y la resistencia total del conductor

$$R_{BBr} = 0{,}9\ R_B + R_{BL} + R_F$$

Dónde

E_B es la tensión en circuito abierto de la batería, tensión máxima por bastidor

R_B es la resistencia de la batería en caso de cortocircuito

R_{BL} es la resistencia del conductor en el ramal de la batería

R_Y es la resistencia de la rama común, si existe. (No aplicable aquí para ESS de cadena inteligente).

Según la fórmula de cálculo anterior, la fabricante indica que la corriente de cortocircuito típica de la ESS es de **22,47kA**

No.	Item	Item	Unit	SUNGROW ST5015UX
Cell-level Parameters	Resistance per cell	r	mΩ	0.24
	Kmax. voltage	u	Vdc	3.2
Pack-level Parameters	Qty. of cells per pack	n1	pcs	52S(2P)
	Max. voltage per pack	u1	Vdc	6.48
	Al bar resistance per pack	r1	mΩ	2.55
Rack level Parameters	Qty. of packs per rack	n	pcs	8
	Max. voltage per rack	Eb=u*n1*n	Vdc	1497.6
Cu bar per rack	Sub-total resistance	R2	mΩ	0
Cables per rack	Sub-total resistance	R3	mΩ	1.338
	Total battery resistance	R_b=r*n1*n	mΩ	49.92
	Total conductor resistance	R_{BL}=R1*n+R2+R3	mΩ	21.738
	Total resistance	R_{BBR}=R_b*0.9+R_{BL}	mΩ	66.66
Calculated peak short circuit current		i_{pB}	kA	**22.47**

Las baterías poseen protecciones para cortocircuitos mediante fusibles, por lo que la intensidad de defecto se verá limitada por estas protecciones.

Para el requisito de protección, necesitamos que: $I_n' \geq 0{,}5*I_o$, $I_1 \geq I_{g1}$

Según las especificaciones los ESS de cadena inteligente, la corriente máxima de carga y descarga de un solo grupo de baterías es de 516,83 A, es decir, $0{,}5*I_o = 258{,}41$ A.

Según el cálculo de la corriente de cortocircuito, la corriente de cortocircuito del fusible de CC I_{g1} es de 22,47 kA.

Comprobando con los fusibles instalados, según el fabricante, tenemos los datos del fusible:

Parameters	I_n	I_1	K_1	K_2
Detailed Value	550 A	150 kA	0.865	0.9

La corriente corregida tras la reducción de capacidad del fusible es

$$I_n' = I_n * K_1 * K_2 = 550 * 0{,}865 * 0{,}9 = 428A$$

$$I_n' = 428\ A \geq 0{,}5I_o, \quad y \quad I_1 = 150\ kA \geq I_{g1}.$$

Por lo tanto, el fusible cumple los requisitos anteriores y la intensidad de defecto para el cálculo de la red de tierra es de 428A

6.3.2 DURACIÓN DE CORRIENTE DE FALTA LADO BAJA TENSION

Para establecer la duración de la corriente de falta, se tomará en cuenta la documentación del fabricante en cuanto a las protecciones que incluye su solución de almacenamiento.

En ella se muestra un tiempo máximo de 20ms para la actuación de todas las protecciones y el despeje de la falta. Por ello, se considerará una duración de la corriente de falta de tf=0,02s.

6.4 RATIO X/R

Para este caso, se asume un valor conservador de X/R=10.

6.5 FACTOR DE DIVISIÓN DE CORRIENTE (SF)

El factor de división de la corriente (en porcentaje) relaciona la magnitud de la corriente de defecto con la de su parte que fluye entre la red de puesta a tierra y la tierra circundante.

Para este caso se asume un valor conservador: SF=100%

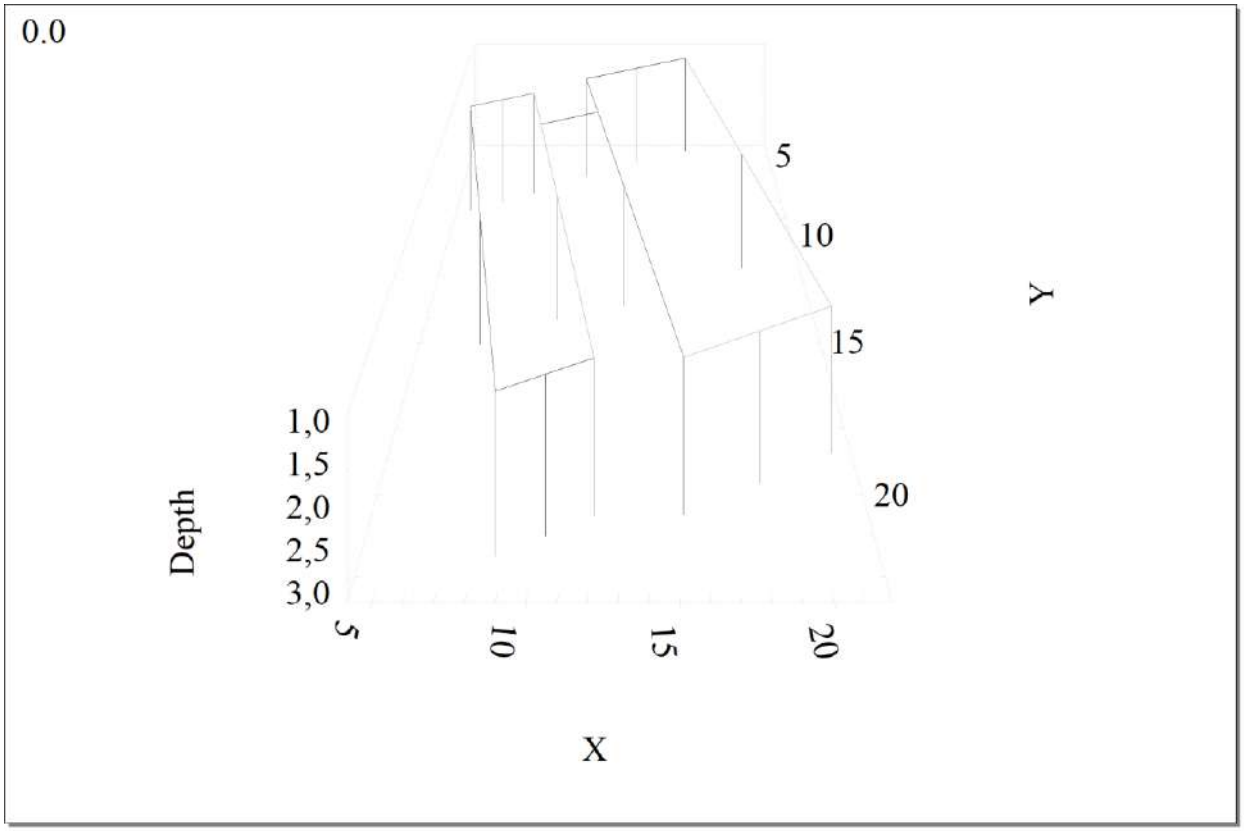
7 CONFIGURACIÓN RED DE TIERRAS

De acuerdo con el siguiente diseño, se calcula la resistencia de la red de puesta a tierra, utilizando el software ETAP:

- Profundidad de la red de puesta a tierra (h) 0,8 m
- Longitud total de conductores enterrados de 70 mm2 78 m
- Número de picas de puesta a tierra (diámetro 12,5 mm, longitud 2 m) 16

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra se realiza mediante el software ETAP, que utiliza un método de cálculo basado en elementos finitos para el análisis del sistema.

Al simular la red de tierra en ETAP con la siguiente configuración geométrica, se obtiene el valor de resistencia de puesta a tierra de la instalación Rg [Ω]:



Resistencia de puesta a tierra (Rg)	**4,71 Ω**

8 CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

La sección del conductor de puesta a tierra dependerá de su ubicación. Debido a que la mayor intensidad de cortocircuito se da en el centro de transformación, las corrientes se ramificaran, disminuyendo su magnitud y permitiendo emplear conductores de menor sección.

El cálculo de las secciones de los cables se realizará utilizando la norma IEEE std. 80:2013. Las ecuaciones para el cálculo son:

$$A_{[mm^2]} = \frac{I}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \alpha_r \rho_r}\right) \cdot \ln\left(\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right)}}$$

Donde:

A	Sección del conductor en mm2
I	Máxima corriente rms en kA
Tm	Máxima temperatura permitida en ˚C (300 ºC)
Ta	Temperatura ambiente en ºC (35ºC)
a_r	Coeficiente térmico de resistividad a 0 ºC en 1/ºC. (0,00381)
r_r	Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de referencia Tr en µΩ-cm (1,78)
K_0	1/r-Tr en ˚C (242,46)
tc	Tiempo de despeje de la falla, en segundos. (1s)
TCAP	Capacidad térmica por unidad de volumen en J/(cm3 ºC). (3,42)

El software ETAP, utilizado para la realización de este estudio, aplica la normativa IEEE std. 80: 2013, validando la sección de cobre desnudo de 70 mm2. Por lo tanto, sería adecuada para la instalación.

9 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

9.1 TENSIONES ADMISIBLES DE PASO Y CONTACTO

Para no exponer a una persona a un riesgo eléctrico, se debe disipar de forma segura la corriente de falla a través de la red de tierras. Esto se logra cuando las tensiones de paso y de contacto transferidas al terreno, no superan las tensiones máximas admisibles.

Las tensiones máximas admisibles definidas por la norma IEEE Std.80:2013 suponiendo una persona con un peso corporal de 70 kg, se calculan aplicando las siguientes expresiones:

Tensiones de paso admisibles:

$$E_{permissible\ step} = (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0{,}157}{\sqrt{t_s}}$$

Tensiones de contacto admisibles:

$$E_{permissible\ touch} = (1000 + 1{,}5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0{,}157}{\sqrt{t_s}}$$

Donde:

ts	Tiempo de despeje de la falla en segundos (1s)
ρs	Resistividad de la capa aislada de tierra en Ω·m.
CS	Factor de la capa superficial

Estas tensiones son calculadas con el software ETAP.

Tensión de Contacto admisible	**4950,1 V**
Tensión de Paso admisible	**16470,1 V**

9.2 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO TRANSFERIDAS AL TERRENO NATURAL

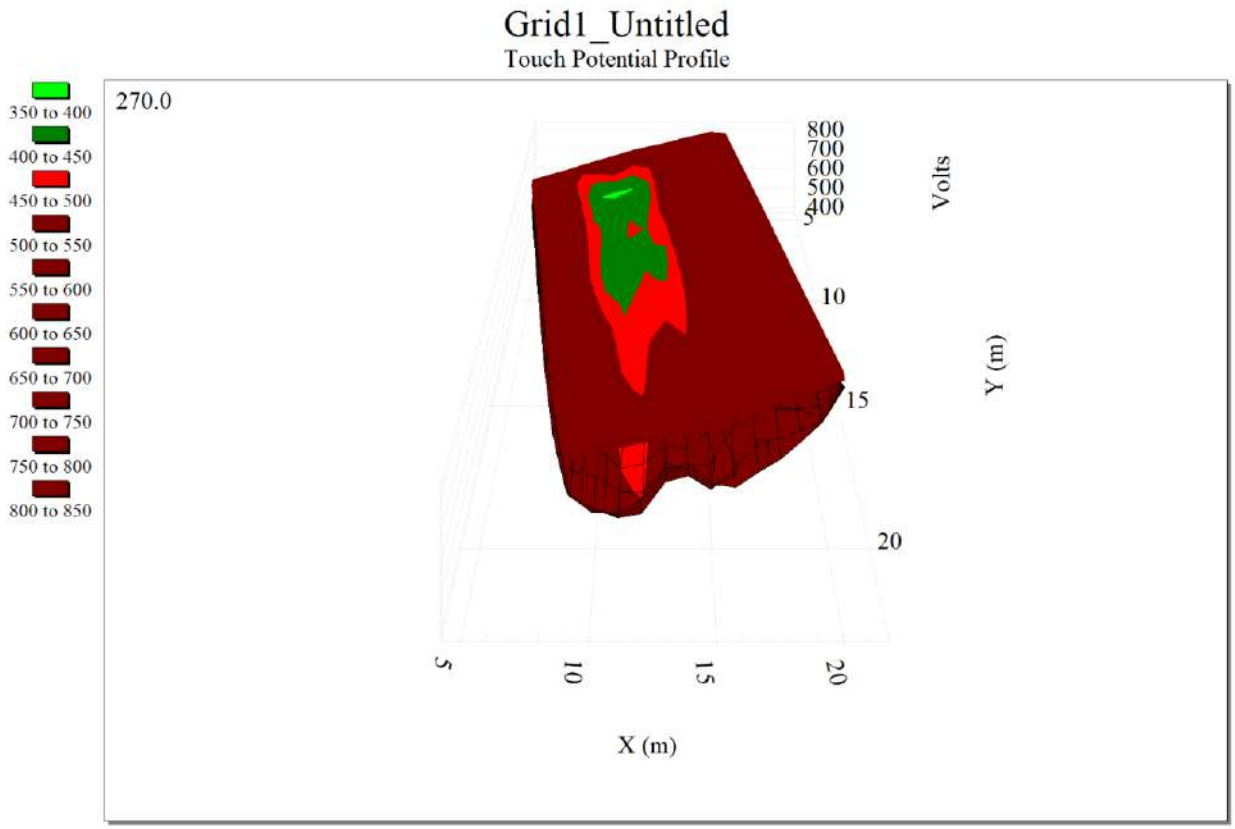
Para el cálculo de las tensiones transferidas al terreno natural, se utiliza el software ETAP.

Este programa calcula las máximas tensiones disipadas por los electrodos bajo el terreno natural.

Es importante resaltar que estas tensiones no deben exceder las máximas admisibles calculadas en el apartado anterior, para garantizar el diseño seguro de la red de tierras en estudio.

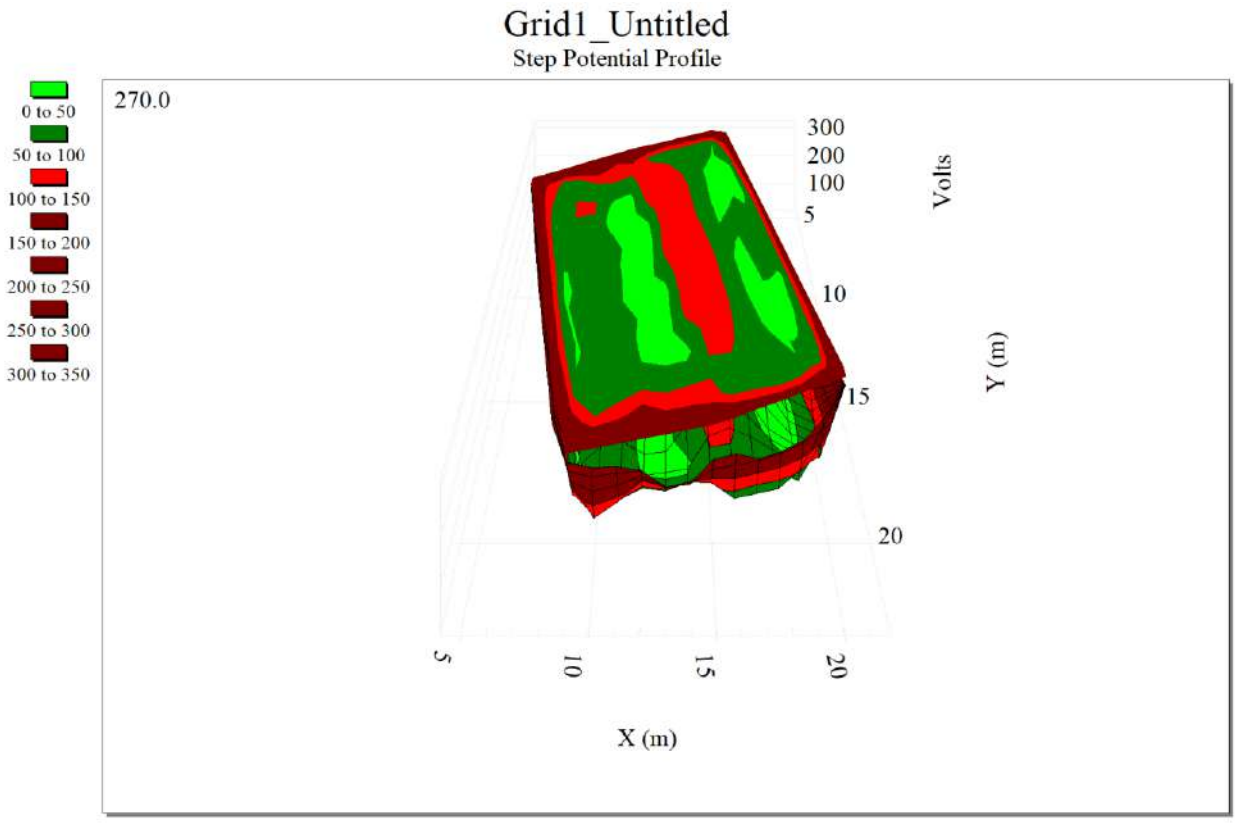
A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

- **Tensiones de Contacto transferidas**



Maxima Tensión de Contacto transferida	**838 V**

- **Tensiones de Paso transferidas**



Maxima Tensión de Paso transferida	**314,6 V**

9.3 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima Dmín, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio del CT, determinada por la expresión:

$$Dmín = \frac{\sigma * Id}{2.000 * \pi}$$

con: σ= 100 Ω.m.

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está aislado. Por esto, la intensidad máxima de defecto dependerá de la capacidad entre la red y tierra. Dicha capacidad dependerá no sólo de la línea a la que está conectado el Centro de transformación de la instalación, sino también de todas aquellas líneas tanto aéreas como subterráneas que tengan su origen en la misma subestación de cabecera, ya que en el momento en que se produzca un defecto (y hasta su eliminación) todas estas líneas estarán interconectadas.

En este caso, según lo calculado en el apartado "6.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO A TIERRA. DEFECTO MÁXIMO", la intensidad máxima de defecto es de 550 A.

Obteniendo como resultado:

$$Dmin = \frac{100 \cdot 550}{2000 \cdot \pi} = 8{,}753m$$

10 VALIDACIÓN DE LA RED DE TIERRAS

Como se ha mencionado anteriormente, las tensiones de paso y contacto transferidas al terreno deberán ser menores que las tensiones máximas admisibles por la normativa para este caso de estudio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Ground Grid Summary Report

Rg	GPR	Maximum Touch Potential					Maximum Step Potential				
Ground Resistance	Ground Potential Rise	Tolerable	Calculated		Coordinates (m)		Tolerable	Calculated		Coordinates (m)	
ohm	Volts	Volts	Volts	%	X	Y	Volts	Volts	%	X	Y
4.710	2947.9	4950.1	838.0	16.9	21.1	19.0	16470.1	314.6	1.9	8.80	21.70

Como se muestra en la tabla anterior, no existen tensiones peligrosas en la instalación. Por esta razón, el diseño de la red de tierra está validado, cumpliendo con la norma.

11 ESTUDIO DE SOBREDIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE TIERRAS

Además, se ha realizado un estudio de sobredimensionamiento, en el que se estima el valor máximo de la corriente soportada por la red de tierra.

Con el fin de validar la red de tierra para corrientes más elevadas, mediante el software ETAP, se calcula la corriente máxima tolerable. Se han realizado iteraciones hasta alcanzar el valor máximo.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Ground Grid Summary Report

Rg	GPR	Maximum Touch Potential					Maximum Step Potential				
Ground Resistance	Ground Potential Rise	Tolerable	Calculated		Coordinates (m)		Tolerable	Calculated		Coordinates (m)	
ohm	Volts	Volts	Volts	%	X	Y	Volts	Volts	%	X	Y
4.710	12742.0	3657.4	3622.2	99.0	21.1	19.0	12169.0	1359.7	11.2	8.80	21.70

Total Fault Current	1.850 kA	Reflection Factor (K):	-0.887
Maximum Grid Current:	2.705 kA	Surface Layer Derating Factor (Cs):	0.922
		Decrement Factor (Df):	1.462

Como se muestra en la tabla anterior, no existen tensiones peligrosas en la instalación, considerando un valor máximo de cortocircuito a tierra de 1,850 kA. Por este motivo, se valida el diseño de la red de puesta a tierra, cumpliendo con la norma correspondiente.

12 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, una vez finalizadas las obras de construcción de la instalación, se medirá la red de tierra para comprobar que el valor de la resistencia no supera los 5 ohmios (según IEEE Std 80:2000). Si se supera este valor, deberá reforzarse la red de tierra existente de acuerdo con los métodos establecidos.

Para conseguir una buena resistividad del suelo, se utilizará un tratamiento de sales electrolíticas más placas de acero horizontales de puesta a tierra como electrodos si fuera necesario.

13 CONCLUSIONES

La red de tierras de la instalación, ha sido diseñada de acuerdo con los criterios de seguridad establecidos en el estándar IEEE 80:2013 y los datos de partida o criterios señalados en este documento. A su vez, se siguieron los procedimientos establecidos por las IT-RAT-14 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se diseñó un sistema de puesta a tierra que permite evitar contactos eléctricos accidentales en caso de falta en la instalación. También, se realizó la comprobación de la sección del conductor que forman del electrodo de puesta a tierra. La sección seleccionada es la suficiente para soportar el paso de la intensidad de puesta a tierra durante el tiempo previsto de actuación de las protecciones.

La modelización del suelo se ha realizado con el software ETAP, utilizando los datos de resistividad eléctrica facilitados.

Teniendo en cuenta la resistividad del suelo y 0,02 segundos como tiempo para despejar la falta a tierra, se han calculado las tensiones de contacto y de paso. El resultado muestra que la red de puesta a tierra es segura frente a las faltas a tierra.

Los resultados obtenidos cumplen con las exigencias reglamentarias, es decir, las tensiones de contacto y de paso que se presentan en la instalación, para las intensidades de puesta a tierra correspondientes, son inferiores a los valores de tensión de contacto y paso admisibles en la instalación. De igual manera una vez finalizada la instalación se deberán realizar las medidas necesarias para tener una mayor certeza de que el diseño del sistema de puesta a tierra es correcto con respecto de la seguridad de las personas.

Como mínimo se realizarán las siguientes medidas:

- Medida de la resistencia de puesta a tierra de la instalación, para comprobarla con el valor teórico proyectado.
- Medida de la tensión de contacto aplicada en toda la instalación.
- Para las instalaciones en las que se aplicaron por proyecto medidas adicionales de seguridad para evitar el riesgo por tensión de contacto, se medirá la tensión de paso aplicada.

En caso de no cumplirse los valores establecidos de resistencia o de tensiones de paso y contacto aplicadas, se realizarán los cambios necesarios en la instalación hasta lograr conseguir los valores necesarios para garantizar la seguridad de las personas y de las instalaciones.

14 ANEXO 1. INFORME ETAP

Electrical Transient Analyzer Program

Ground Grid Systems

Finite Element Method

Number of Ground Conductors:	14
Number of Ground Rods:	23
Total Length of Ground Conductors:	85.00 m
Total Length of Ground Rods:	46.00 m
Total Computational Time:	0.00 minutes

Frequency:	50,0
Unit System:	Metric
Project Filename:	Aguijón

Output Filename: \\Rxnas01\07 proyectos\30 ALMACENAMIENTO\SPA.BESS-2025-07 NEXER BESS AGUIJÓN\30 P EJECUTIVO\03 Calcutation\Red de tierras\Grid1_Untitled.GR1S

Ground Grid Input Data

System Data

Freq. Hz	Weight kg	Ambient Temp. °C	Short-Circuit Current: Total Fault Current kA	X/R	Sf Division Factor %	Cp Projection Factor %	Fault Duration (Seconds): Tf for Total Fault Duration	Tc for Sizing Ground Conductors	Ts for Available Body Current	Plot Step m	Extended Boundary Length m
50,0	70	40.00	0.428	10.00	100.0	100.0	0.02	0.02	0.02	1.0	0.00

Soil Data

Surface Material: Material Type	Resistivity ohm.m	Depth m	Upper Layer Soil: Material Type	Resistivity ohm.m	Depth m	Lower Layer Soil: Material Type	Resistivity ohm.m
Clean limestone	2500.0	0.500	Moist soil	150.0	5.00	Moist soil	150.0

Material Constants

Conductor/Rod	Type	Conductivity %	αr Factor @ 20 °C 1/°C	K0 @ 0 °C	Fusing Temperature °C	Resistivity of Ground Conductor @ 20°C micro ohm.cm	Thermal Capacity Per Unit Volume J/(cm³.°C)
Conductor	Copper, annealed soft-drawn	100.0	0.00393	234.0	1083.0	1.72	3.42
Rod	Copper, commercial hard-drawn	97.0	0.00381	242.0	1084.0	1.78	3.42

Conductor Data

Label	Type	mm²	From X	From Y	From Z	To X	To Y	To Z	Length m	Insulated Yes/No	Cost $/m
C1	Copper, annealed soft-drawn	70	18.77	17.61	1.00	19.10	14.26	1.00	3.37	NO	0.00
C10	Copper, annealed soft-drawn	70	16.64	16.07	1.00	17.07	11.72	1.00	4.38	NO	0.00
C11	Copper, annealed soft-drawn	70	19.85	6.45	1.00	19.54	9.87	1.00	3.44	NO	0.00
C12	Copper, annealed soft-drawn	70	19.54	9.87	1.00	5.00	8.43	1.00	14.62	NO	0.00
C13	Copper, annealed soft-drawn	70	5.00	8.43	1.00	5.31	5.00	1.00	3.44	NO	0.00
C14	Copper, annealed soft-drawn	70	5.31	5.00	1.00	19.85	6.45	1.00	14.62	NO	0.00
C2	Copper, annealed soft-drawn	70	19.10	14.26	1.00	23.39	14.69	1.00	4.30	NO	0.00
C3	Copper, annealed soft-drawn	70	23.39	14.69	1.00	23.05	18.04	1.00	3.37	NO	0.00
C4	Copper, annealed soft-drawn	70	23.05	18.04	1.00	18.77	17.61	1.00	4.30	NO	0.00
C5	Copper, annealed soft-drawn	70	19.11	14.27	1.00	16.84	14.04	1.00	2.28	NO	0.00
C6	Copper, annealed soft-drawn	70	15.62	9.48	1.00	15.41	11.55	1.00	2.08	NO	0.00
C7	Copper, annealed soft-drawn	70	17.07	11.72	1.00	7.04	10.72	1.00	10.08	NO	0.00
C8	Copper, annealed soft-drawn	70	7.04	10.72	1.00	6.60	15.08	1.00	4.38	NO	0.00
C9	Copper, annealed soft-drawn	70	6.60	15.08	1.00	16.64	16.07	1.00	10.08	NO	0.00

Rod Data

Label	Type	Diameter cm	From X	From Y	From Z	To X	To Y	To Z	Length m	Insulated Yes/No	Cost $/Rod
R1	Copper, commercial hard-drawn	1.300	21.25	14.47	1.00	21.25	14.47	3.00	2.00	NO	100.00
R10	Copper, commercial hard-drawn	1.300	17.07	11.72	1.00	17.07	11.72	3.00	2.00	NO	100.00
R11	Copper, commercial hard-drawn	1.300	16.85	13.90	1.00	16.85	13.90	3.00	2.00	NO	100.00
R12	Copper, commercial hard-drawn	1.300	16.64	16.07	1.00	16.64	16.07	3.00	2.00	NO	100.00
R13	Copper, commercial hard-drawn	1.300	11.62	15.58	1.00	11.62	15.58	3.00	2.00	NO	100.00
R14	Copper, commercial hard-drawn	1.300	6.60	15.08	1.00	6.60	15.08	3.00	2.00	NO	100.00
R15	Copper, commercial hard-drawn	1.300	6.82	12.90	1.00	6.82	12.90	3.00	2.00	NO	100.00
R16	Copper, commercial hard-drawn	1.300	7.04	10.72	1.00	7.04	10.72	3.00	2.00	NO	100.00
R17	Copper, commercial hard-drawn	1.300	5.00	8.43	1.00	5.00	8.43	3.00	2.00	NO	100.00
R18	Copper, commercial hard-drawn	1.300	12.27	9.15	1.00	12.27	9.15	3.00	2.00	NO	100.00
R19	Copper, commercial hard-drawn	1.300	19.54	9.87	1.00	19.54	9.87	3.00	2.00	NO	100.00
R2	Copper, commercial hard-drawn	1.300	23.39	14.69	1.00	23.39	14.69	3.00	2.00	NO	100.00
R20	Copper, commercial hard-drawn	1.300	19.70	8.16	1.00	19.70	8.16	3.00	2.00	NO	100.00
R21	Copper, commercial hard-drawn	1.300	19.85	6.45	1.00	19.85	6.45	3.00	2.00	NO	100.00
R22	Copper, commercial hard-drawn	1.300	12.58	5.73	1.00	12.58	5.73	3.00	2.00	NO	100.00
R23	Copper, commercial hard-drawn	1.300	5.31	5.00	1.00	5.31	5.00	3.00	2.00	NO	100.00
R3	Copper, commercial hard-drawn	1.300	23.22	16.37	1.00	23.22	16.37	3.00	2.00	NO	100.00
R4	Copper, commercial hard-drawn	1.300	23.05	18.04	1.00	23.05	18.04	3.00	2.00	NO	100.00
R5	Copper, commercial hard-drawn	1.300	20.91	17.83	1.00	20.91	17.83	3.00	2.00	NO	100.00
R6	Copper, commercial hard-drawn	1.300	18.77	17.61	1.00	18.77	17.61	3.00	2.00	NO	100.00
R7	Copper, commercial hard-drawn	1.300	18.94	15.94	1.00	18.94	15.94	3.00	2.00	NO	100.00
R8	Copper, commercial hard-drawn	1.300	19.10	14.27	1.00	19.10	14.27	3.00	2.00	NO	100.00
R9	Copper, commercial hard-drawn	1.300	12.05	11.22	1.00	12.05	11.22	3.00	2.00	NO	100.00

Cost

Conductor			Rod			
Total No.	Total Length m	Cost $	Total No.	Total Length m	Cost $	Total Cost $
14	85	0.00	23	46	2300.00	2300.00

Ground Grid Summary Report

Rg	GPR	Maximum Touch Potential					Maximum Step Potential				
Ground Resistance	Ground Potential Rise	Tolerable	Calculated		Coordinates (m)		Tolerable	Calculated		Coordinates (m)	
ohm	Volts	Volts	Volts	%	X	Y	Volts	Volts	%	X	Y
4.590	2873.0	4950.1	825.8	16.7	5.2	5.0	16470.1	323.1	2.0	23.10	18.00

Total Fault Current	0.428 kA	Reflection Factor (K):	-0.887
Maximum Grid Current:	0.626 kA	Surface Layer Derating Factor (Cs):	0.922
		Decrement Factor (Df):	1.462

15 ANEXO 2. INFORME ETAP SOBREDIMENSIONAMIENTO

Electrical Transient Analyzer Program

Ground Grid Systems

Finite Element Method

Number of Ground Conductors:	14
Number of Ground Rods:	23
Total Length of Ground Conductors:	85.00 m
Total Length of Ground Rods:	46.00 m
Total Computational Time:	0.00 minutes

Frequency:	50,0
Unit System:	Metric
Project Filename:	Aguijón

Output Filename: \\Rxnas01\07 proyectos\30 ALMACENAMIENTO\SPA.BESS-2025-07 NEXER BESS AGUIJÓN\30 P EJECUTIVO\03 Calcutation\Red de tierras\Grid1_Untitled.GR1S

Ground Grid Input Data

System Data

Freq. Hz	Weight kg	Ambient Temp. °C	Short-Circuit Current: Total Fault Current kA	X/R	Sf Division Factor %	Cp Projection Factor %	Fault Duration (Seconds): Tf for Total Fault Duration	Tc for Sizing Ground Conductors	Ts for Available Body Current	Plot Step m	Extended Boundary Length m
50,0	50	40.00	1.850	10.00	100.0	100.0	0.02	0.02	0.02	1.0	0.00

Soil Data

Surface Material: Material Type	Resistivity ohm.m	Depth m	Upper Layer Soil: Material Type	Resistivity ohm.m	Depth m	Lower Layer Soil: Material Type	Resistivity ohm.m
Clean limestone	2500.0	0.500	Moist soil	150.0	5.00	Moist soil	150.0

Material Constants

Conductor/Rod	Type	Conductivity %	αr Factor @ 20 °C 1/°C	K0 @ 0 °C	Fusing Temperature °C	Resistivity of Ground Conductor @ 20°C micro ohm.cm	Thermal Capacity Per Unit Volume J/(cm³.°C)
Conductor	Copper, annealed soft-drawn	100.0	0.00393	234.0	1083.0	1.72	3.42
Rod	Copper, commercial hard-drawn	97.0	0.00381	242.0	1084.0	1.78	3.42

Conductor Data

Label	Type	mm²	From X	From Y	From Z	To X	To Y	To Z	Length m	Insulated Yes/No	Cost $/m
C1	Copper, annealed soft-drawn	70	18.77	17.61	1.00	19.10	14.26	1.00	3.37	NO	0.00
C10	Copper, annealed soft-drawn	70	16.64	16.07	1.00	17.07	11.72	1.00	4.38	NO	0.00
C11	Copper, annealed soft-drawn	70	19.85	6.45	1.00	19.54	9.87	1.00	3.44	NO	0.00
C12	Copper, annealed soft-drawn	70	19.54	9.87	1.00	5.00	8.43	1.00	14.62	NO	0.00
C13	Copper, annealed soft-drawn	70	5.00	8.43	1.00	5.31	5.00	1.00	3.44	NO	0.00
C14	Copper, annealed soft-drawn	70	5.31	5.00	1.00	19.85	6.45	1.00	14.62	NO	0.00
C2	Copper, annealed soft-drawn	70	19.10	14.26	1.00	23.39	14.69	1.00	4.30	NO	0.00
C3	Copper, annealed soft-drawn	70	23.39	14.69	1.00	23.05	18.04	1.00	3.37	NO	0.00
C4	Copper, annealed soft-drawn	70	23.05	18.04	1.00	18.77	17.61	1.00	4.30	NO	0.00
C5	Copper, annealed soft-drawn	70	19.11	14.27	1.00	16.84	14.04	1.00	2.28	NO	0.00
C6	Copper, annealed soft-drawn	70	15.62	9.48	1.00	15.41	11.55	1.00	2.08	NO	0.00
C7	Copper, annealed soft-drawn	70	17.07	11.72	1.00	7.04	10.72	1.00	10.08	NO	0.00
C8	Copper, annealed soft-drawn	70	7.04	10.72	1.00	6.60	15.08	1.00	4.38	NO	0.00
C9	Copper, annealed soft-drawn	70	6.60	15.08	1.00	16.64	16.07	1.00	10.08	NO	0.00

Rod Data

Label	Type	Diameter cm	From X	From Y	From Z	To X	To Y	To Z	Length m	Insulated Yes/No	Cost $/Rod
R1	Copper, commercial hard-drawn	1.300	21.25	14.47	1.00	21.25	14.47	3.00	2.00	NO	100.00
R10	Copper, commercial hard-drawn	1.300	17.07	11.72	1.00	17.07	11.72	3.00	2.00	NO	100.00
R11	Copper, commercial hard-drawn	1.300	16.85	13.90	1.00	16.85	13.90	3.00	2.00	NO	100.00
R12	Copper, commercial hard-drawn	1.300	16.64	16.07	1.00	16.64	16.07	3.00	2.00	NO	100.00
R13	Copper, commercial hard-drawn	1.300	11.62	15.58	1.00	11.62	15.58	3.00	2.00	NO	100.00
R14	Copper, commercial hard-drawn	1.300	6.60	15.08	1.00	6.60	15.08	3.00	2.00	NO	100.00
R15	Copper, commercial hard-drawn	1.300	6.82	12.90	1.00	6.82	12.90	3.00	2.00	NO	100.00
R16	Copper, commercial hard-drawn	1.300	7.04	10.72	1.00	7.04	10.72	3.00	2.00	NO	100.00
R17	Copper, commercial hard-drawn	1.300	5.00	8.43	1.00	5.00	8.43	3.00	2.00	NO	100.00
R18	Copper, commercial hard-drawn	1.300	12.27	9.15	1.00	12.27	9.15	3.00	2.00	NO	100.00
R19	Copper, commercial hard-drawn	1.300	19.54	9.87	1.00	19.54	9.87	3.00	2.00	NO	100.00
R2	Copper, commercial hard-drawn	1.300	23.39	14.69	1.00	23.39	14.69	3.00	2.00	NO	100.00
R20	Copper, commercial hard-drawn	1.300	19.70	8.16	1.00	19.70	8.16	3.00	2.00	NO	100.00
R21	Copper, commercial hard-drawn	1.300	19.85	6.45	1.00	19.85	6.45	3.00	2.00	NO	100.00
R22	Copper, commercial hard-drawn	1.300	12.58	5.73	1.00	12.58	5.73	3.00	2.00	NO	100.00
R23	Copper, commercial hard-drawn	1.300	5.31	5.00	1.00	5.31	5.00	3.00	2.00	NO	100.00
R3	Copper, commercial hard-drawn	1.300	23.22	16.37	1.00	23.22	16.37	3.00	2.00	NO	100.00
R4	Copper, commercial hard-drawn	1.300	23.05	18.04	1.00	23.05	18.04	3.00	2.00	NO	100.00
R5	Copper, commercial hard-drawn	1.300	20.91	17.83	1.00	20.91	17.83	3.00	2.00	NO	100.00
R6	Copper, commercial hard-drawn	1.300	18.77	17.61	1.00	18.77	17.61	3.00	2.00	NO	100.00
R7	Copper, commercial hard-drawn	1.300	18.94	15.94	1.00	18.94	15.94	3.00	2.00	NO	100.00
R8	Copper, commercial hard-drawn	1.300	19.10	14.27	1.00	19.10	14.27	3.00	2.00	NO	100.00
R9	Copper, commercial hard-drawn	1.300	12.05	11.22	1.00	12.05	11.22	3.00	2.00	NO	100.00

Cost

Conductor			Rod			
Total No.	Total Length m	Cost $	Total No.	Total Length m	Cost $	Total Cost $
14	85	0.00	23	46	2300.00	2300.00

Ground Grid Summary Report

Rg	GPR	Maximum Touch Potential					Maximum Step Potential				
Ground Resistance	Ground Potential Rise	Tolerable	Calculated		Coordinates (m)		Tolerable	Calculated		Coordinates (m)	
ohm	Volts	Volts	Volts	%	X	Y	Volts	Volts	%	X	Y
4.590	12418.5	3657.4	3569.3	97.6	5.2	5.0	12169.0	1396.5	11.5	23.10	18.00

Total Fault Current	1.850 kA	Reflection Factor (K):	-0.887
Maximum Grid Current:	2.705 kA	Surface Layer Derating Factor (Cs):	0.922
		Decrement Factor (Df):	1.462

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

ANEXO. CÁLCULOS SECCIÓN DE CONDUCTORES CC Y CA

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE. 4

2 TENSIÓN NOMINAL 8

3 FÓRMULAS UTILIZADAS 9

3.1 INTENSIDAD DE CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA 9
3.2 INTENSIDAD DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA 9
3.3 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA 9
3.4 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA 10
3.5 PUESTA A TIERRA 10

4 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CABLEADO. 11

5 FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA. 13

6 CRITERIO DE ISC PARA CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR. 17

7 RESULTADOS 20

7.1 CALCULO DE SECCIONES DE CABLES 20

1 CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE.

La sección del cable debe ser finalmente verificada en función de la intensidad de corriente máxima de servicio que circulará por el cable.

La corriente máxima admisible por los cables está influenciada por la temperatura ambiente, el agrupamiento de los cables y las conducciones utilizadas. Para la determinación de las corrientes admisibles reales de la instalación, los valores teóricos de corriente máxima deberán ser corregidos con los correspondientes factores de corrección asociados que indica la normativa.

Se divide en distintos tramos AC y DC, cada uno de estos tramos pueden tener un método de instalación distinto, uno tipo de cable distinto, secciones distintas y coeficientes de corrección distintos.

El cableado DC se divide en dos grupos cuyo calculo y justificación no es objeto de este proyecto, pues son conexiones ya realizadas en fabrica e incluidas como elementos del producto final:

- El correspondiente a la conexión internas entre celdas y baterías dentro del conteiner
- El correspondiente a la conexión entre los racks que contienen los módulos de almacenamiento y el Inversor (PCS).

El cableado AC es el correspondiente a la conexión del equipo PCS con el transformador que conecta con la red.

Los cálculos se realizarán con respecto a la norma UNE-HD 60364-5-52:2014, HD 60364-5-52:2011, IEC 60364-5-52:2009 CORR 2011.

De esta norma en función del material del conductor, método de instalación, tipo de aislante y sección de conductor se obtendrán los valores de I máxima admisible del cable.

Para cable en instalación aérea:

HD 60364-5-52:2011 - 66 - AENOR

Tabla C.52.1 bis – Corrientes admisibles en amperios – Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de referencia de la tabla B.52.1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																	
A1		PVC3	PVC2				XLPE 3		XLPE 2									
A2	PVC3	PVC2			XLPE 3		XLPE 2											
B1				PVC3		PVC2					XLPE 3				XLPE 2			
B2			PVC3	PVC2					XLPE 3		XLPE 2							
C						PVC3				PVC2			XLPE 3			XLPE 2		
E								PVC3				PVC2			XLPE 3		XLPE 2	
F										PVC3				PVC2		XLPE 3		XLPE 2
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm² Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	–
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	–
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	–
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	–
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	–
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	–
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	–	–	–	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	–	–	–	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	–	–	–	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	–	–	–	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	–	–	–	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	–	–	–	–	–	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
185	–	–	–	–	–	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	–	–	–	–	–	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
Aluminio																		
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	–
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	–
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	–
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	–
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	–
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
35	–	–	–	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50	–	–	–	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
70	–	–	–	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95	–	–	–	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120	–	–	–	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
150	–	–	–	–	–	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
185	–	–	–	–	–	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
240	–	–	–	–	–	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482

Para cables enterrados:

HD 60364-5-52:2011 - 68 - AENOR

Tabla C.52.2 bis – Corrientes admisibles en amperios – Temperatura ambiente 25 °C en el terreno

Método de instalación	Sección mm²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3
D1/D2	Cobre				
	1,5	20	17	24	21
	2,5	27	22	32	27
	4	36	29	42	35
	6	44	37	53	44
	10	59	49	70	58
	16	76	63	91	75
	25	98	81	116	96
	35	118	97	140	117
	50	140	115	166	138
	70	173	143	204	170
	95	205	170	241	202
	120	233	192	275	230
	150	264	218	311	260
	185	296	245	348	291
	240	342	282	402	336
	300	387	319	455	380
D1/D2	Aluminio				
	2,5	20	17,5	24	21
	4	27	22	32	27
	6	34	28	40	34
	10	45	38	53	45
	16	58	49	70	58
	25	76	62	89	74
	35	91	76	107	90
	50	107	89	126	107
	70	133	111	156	132
	95	157	131	185	157
	120	179	149	211	178
	150	202	169	239	201
	185	228	190	267	226
	240	263	218	309	261
	300	297	247	349	295

Además, esta norma presenta coeficientes de corrección en función de la temperatura, de la resistividad del terreno o los circuitos que discurren en paralelo.

AENOR - 69 - HD 60364-5-52:2011

Tabla C.52.3 – Factores de reducción para grupos de varios circuitos o de varios cables multipolares (a utilizar con los valores de corrientes admisibles de la tabla C.52.1)

Punto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	–	–	–
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	–	–	–
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	–	–	–
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	–	–	–

Para cumplir con este criterio la intensidad que circula en cada tramo tiene que ser superior a la máxima admisible que soporta el conductor empleado tras las pertinentes correcciones que marca la norma.

2 TENSIÓN NOMINAL

La caída de tensión medio será inferior al 1,5% en la parte de corriente alterna y máximo de 2%.

3 FÓRMULAS UTILIZADAS

3.1 INTENSIDAD DE CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

I: Intensidad en amperios [A].

P: Potencia en vatios [W].

V: Tensión en voltios [V].

Cos φ: Factor de potencia. (Cos φ = 1 para corriente continua).

3.2 INTENSIDAD DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

I: Intensidad en amperios [A].

P: Potencia en vatios [W].

U: Tensión entre fases en voltios [V].

Cos φ: Factor de potencia.

3.3 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot S}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot e}$$

Donde:

e: Caída de tensión en voltios [V].

L: Longitud de la línea en metros [m].

I: Intensidad de la línea en amperios [A].

Cos φ: Factor de potencia. (Cos φ = 1 para corriente continua).

K: Conductividad (56 para Cu).

S: Sección del conductor en milímetros cuadrados [mm²].

3.4 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot S}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot e}$$

Donde:

e: Caída de tensión en voltios [V].
L: Longitud de la línea en metros [m].
I: Intensidad de la línea en amperios [A].
Cos φ : Factor de potencia.
K: Conductividad (56 para Cu).
S: Sección del conductor en milímetros cuadrados [mm²].

3.5 PUESTA A TIERRA

Caso de pica vertical:

$$R = \frac{\rho}{\mathrm{n} \cdot L}$$

Caso de conductor enterrado horizontalmente):

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

Donde:

R: Resistencia de tierra en Ohm [Ω].
ρ: Resistividad del terreno en Ohm por metro [Ωm].
n: Número de picas.
L: Longitud de la pica/conductor, ambos casos en metros [m].

4 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CABLEADO.

El criterio fundamental en el diseño de las secciones del cableado es el de reducir lo máximo posible las pérdidas resistivas en los cables, lo que se traduce en evitar pérdidas de energía generada en forma de calor (efecto Joule).

En el diseño del cableado de continua se debe considerar la caída de tensión máxima que se corresponde a la total desde los conteiners de baterías hasta los inversores (PCS), por lo que, si existen varios tramos, cada uno puede tener una caída de tensión distinta pero la suma de las pérdidas en cada uno de ellos no debe superar esa caída de tensión definida. De esta forma se obtienen las distintas dimensiones de los cableados en función de las distancias que tengamos en cada caso.

La sección mínima calculada se deberá luego ajustar al valor nominal superior existente en el mercado y que cumpla con la normativa.

Una vez optimizada la sección del cable en cada uno de los tramos de manera de minimizar las pérdidas por efecto Joule, se debe comprobar que la sección seleccionada admite la correspondiente intensidad de corriente máxima del generador en cada tramo.

Por último, señalar que, para una eficaz protección de tierra y cortocircuito, es recomendable usar cables unipolares aislados para los positivos y negativos de la instalación.

El dimensionado del cableado de alterna dependerá igualmente de la energía a transportar y de la distancia a recorrer por la corriente eléctrica. A fin de optimizar la sección del cableado, emplearemos en su diseño el criterio de la caída de tensión máxima admisible.

Una vez optimizada la sección del cable en cada uno de los tramos de manera de minimizar las pérdidas por efecto Joule, se debe comprobar que la sección seleccionada admite la correspondiente intensidad de corriente máxima del generador en cada tramo.

Por otro lado, se realizan los cálculos de caídas de tensión, que como en el caso anterior se realiza por tramos y posteriormente se hace una sumatoria para ver la caída de tensión total.

Para el cálculo de caída de tensión en continua, se necesita conocer la conductancia en el conductor a la temperatura de funcionamiento, en este caso con la temperatura ambiente (del terreno o del

suelo en función de si la instalación es bajo suelo o al aire), la temperatura de funcionamiento se obtiene de:

T=Tamb+(90-Tamb)(I/Imax adm)2*

Con dicha temperatura se puede obtener la resistividad del conductor de cobre (W mm2/m) con la siguiente fórmula y calculando la inversa obtenemos la conductancia que luego emplearemos en las caídas de tensión en este tramo en concreto.

Resistividad=0.018(1+0.00392*(T-20))*

Si el conductor fuera de aluminio la fórmula para obtener la resistividad del conductor de aluminio (W mm2/m) sería la que se ve a continuación, posteriormente calculando la inversa obtenemos la conductancia que luego emplearemos en las caídas de tensión en este tramo en concreto.

Resistividad=0.029(1+0.00403*(T-20))*

Como ya hemos explicado, la conductancia del conductor sería la inversa de la resistividad del conductor. Con dicho valor calculamos la caída de tensión en V y posteriormente en % (que es el coeficiente de la caída de tensión en voltios dividido de la tensión en el conductor).

*Caída de tensión=2*Imp*longitud del tramo/(sección del conductor*conductancia)*

En la parte de alterna, la fórmula para calcular la temperatura de funcionamiento es la misma y para el cálculo de la resistividad del conductor también.

Para calcular la caída de tensión en alterna en V y posteriormente en % (que es el coeficiente de la caída de tensión en voltios dividido de la tensión en el conductor) utilizaremos la siguiente fórmula:

*Caída de tensión=√3*Imp*longitud del tramo/(sección del conductor*conductividad)*

Al final del presente documento puede comprobar las tablas donde se ven los cálculos para los distintos tramos y los resultados globales por caja de nivel, así como el resultado sobre la condición de cumplir o no con la caída máxima de tensión permitida y la intensidad máxima admisible del conductor empleado.

5 FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA.

Para los cálculos de la sección del cable se ha considerado las siguientes fórmulas y tablas aplicables, a través de las cuales se puede ver la temperatura máxima que soportan los conductores en función de su aislante y los valores de corrección por temperatura.

Ya se ha indicado anteriormente que, cuando la temperatura ambiente es distinta a los 40ºC, las intensidades de las tablas se deberán multiplicar por un factor de corrección que tenga en cuenta el distinto salto térmico a utilizar en:

$$I = \sqrt{(\Delta\theta / n \cdot R_E \cdot R_T)}$$

Fórmula que nos da la intensidad admisible en un conductor a partir de la ley de Ohm eléctrica y la "ley de Ohm térmica".

Según la "ley de Ohm térmica" la potencia disipada en forma de calor del cable:

$$\Delta\theta = P \cdot R_T \rightarrow P = \frac{\Delta\theta}{R_T}$$

Según la ley de Ohm eléctrica, la potencia generada en forma de calor de un cable con n conductores activos:

$$P = n \cdot R_E \cdot I^2$$

Donde:

RE representa la resistencia óhmica del cable (Ω/m)
RT la resistencia térmica del ambiente que le rodea (ºC·m/W)
Δθ es la diferencia de temperatura entre el conductor (TC=90ºC) y el ambiente que le rodea TT(ºC)
n es el número de conductores activos con carga en la línea (3 en caso de circuitos trifásicos y 2 en monofásicos).

Igualando los términos tenemos la relación de I con la temperatura del ambiente:

$$I = \sqrt{\Delta\theta / n \cdot R_E \cdot R_T}$$

Y con esta fórmula obtenemos el valor del coeficiente a aplicar según la temperatura del terreno.

$$I' = \sqrt{(\Delta\theta'/n \cdot R_E \cdot R_T)}$$

$$K = \frac{I'}{I} = \frac{\sqrt{\Delta\theta'}}{\sqrt{\Delta\theta}}$$

Para termoplásticos:

$$\mathrm{K} = \sqrt{\frac{70 - \theta a'}{70 - 40}}$$

Para termoestables:

$$K = \sqrt{\frac{90 - \theta a'}{90 - 40}}$$

Por tanto, este factor de corrección por temperatura valdrá, en el caso de cables con aislamiento termoplástico tipo PVC (soportan 70ºC en régimen permanente) y en los de aislamiento termoestable tipo XLPE o EPR (soportan 90ºC en régimen permanente).

Sobre la base de estas expresiones se han obtenido los factores de corrección que se indican a continuación:

Tabla B.52.14 – Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire

Temperatura ambiente [a] °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral[a]	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

[a] Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Luego cuando la temperatura ambiente será inferior a 40ºC, la mejor refrigeración de los cables les permitirá transportar corrientes superiores. Recíprocamente, temperaturas ambientes más elevadas deben corresponderse con corrientes más reducidas. Esto es especialmente importante cuando en canalizaciones antiguas se añaden nuevos circuitos a los ya existentes. Si no se tiene en cuenta la mayor temperatura ambiente que suponen estos nuevos cables y se reduce la carga de los circuitos antiguos se pueden producir sobrecalentamientos peligrosos para la instalación. En estos casos hay que recalcular las intensidades de cada circuito teniendo en cuenta el agrupamiento final resultante.

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20ºC a aplicar para cables (en conductos enterrados):

Tabla B. 52.15 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Factores de corrección por resistividad del terreno.

La normativa vigente considera la resistividad estándar del terreno de 2,5 K·m/W frente a 1 K·m/W de otras versiones, lo que supone una drástica reducción de las intensidades admisibles en cables enterrados en instalaciones interiores o receptoras (las que no son redes de distribución) frente al método que se venía utilizando hasta ahora proveniente de la ITC-BT-07.

Tabla B.52.16 – Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTA 1 Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.5. La precisión global de los factores de corrección es de ±5%.

NOTA 2 Los factores de corrección se aplican a los cables en conductos enterrados; para cables tendidos directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si se necesitan valores más precisos, pueden calcularse por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.

NOTA 3 Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.

NOTA 4 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.

6 CRITERIO DE ISC PARA CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR.

Según la norma IEC 60364-4-43 en el punto 434.5:

Table 43A – Values of *k* for conductors

Property/ condition	Type of conductor insulation							
	PVC Thermoplastic		PVC Thermoplastic 90°C		EPR XLPE Thermosetting	Rubber 60 °C Thermosetting	Mineral PVC sheathed	Mineral Bare unsheathed
Conductor cross-sectional area mm²	≤ 300	>300	≤ 300	>300				
Initial temperature °C	70		90		90	60	70	105
Final temperature °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Conductor material:								
Copper	115	103	100	86	143	141	115	135 -115 [a]
Aluminium	76	68	66	57	94	93	–	–
Tin-soldered joints in copper conductors	115	–	–	–	–	–	–	–

[a] This value shall be used for bare cables exposed to touch.

NOTE 1 Other values of *k* are under consideration for:

- small conductors (particularly for cross-sectional areas less than 10 mm²);
- other types of joints in conductors;
- bare conductors.

NOTE 2 The nominal current of the short-circuit protective device may be greater than the current-carrying capacity of the cable.

NOTE 3 The above factors are based on IEC 60724.

NOTE 4 See Annex A of IEC 60364-5-54:2002 for the calculation-method of factor *k*.

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Donde:

S es la sección del conductor de protección, en mm².
I es el valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable, en amperios.
t es el tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos.
k es el factor cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección de los aislamientos y otras partes y de las temperaturas inicial y final (para la determinación véase tabla 43A).

Para otros valores se puede calcular k de la siguiente forma:

El factor k viene determinado por la fórmula:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c\,(B_o + 20)}{\rho_{20}} \cdot \ln\left(1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{B_o + \theta_i}\right)}$$

Donde:

Q_c: es la capacidad térmica volumétrica del material conductor (J/ºC · m³).
B_o: es la inversa del coeficiente de temperatura de la resistividad a 0 ºC para el conductor (ºC).
ρ_{20}: es la resistividad eléctrica del material conductor a 20 ºC (Ω · m).
θ_i: es la temperatura inicial del conductor (ºC).
θ_f: es la temperatura final del conductor (ºC).
k: es la expresión ($A \cdot s^{1/2} \cdot mm^{-2}$).

Material	B_0 (ºC)	C_v (J/ºC · m³)	ρ_{20} (Ω · m)
Cobre	234,5	$3{,}45 \cdot 10^6$	$17{,}241 \cdot 10^{-9}$
Aluminio	228	$2{,}5 \cdot 10^6$	$28{,}264 \cdot 10^{-9}$

Para conductores de cobre desnudos que no corren riesgo de dañar materiales próximos para las temperaturas indicadas (tabla 54E de la UNE 20-460-90/5-54):

Qc=3,45E-03 J/ºCmm3
B=234,5ºC
ρ20=17,241E-6 Ωmm
θi=30ºC
θf=200ºC
Sustituyendo:
k=159

Con todo ello se puede comprobar que la sección del conductor de la red de tierra es adecuada para la máxima corriente admisible que permite la celda en corta duración y el tiempo de corte de los fusibles instalados en la celda, que en este caso es inferior a 0,05 segundos.

Calculando la sección:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Con:

I=16000A

k=159

t=0,05s

S= 23mm²<sección del cable que se va a utilizar.

Para comprobar el resto de conductores no desnudos:

El valor de k es 143 para cobre y 94 para aluminio para conductores XLPE Y EPR, con temperatura inicial de 90ºC y temperatura final 250ºC.

$$I^2t=k^2S^2$$

Se puede comprobar la Isc que los distintos conductores pueden soportar.

Para el conductor de CU 240 mm², K = 143, t = 5s, el resultado es I = 15.348,37A. Como la Isc máx en este cable es la corriente máxima para los inversores, que es inferior a 212,8 A, se puede concluir que está correcto.

7 RESULTADOS

7.1 CALCULO DE SECCIONES DE CABLES

DESIGN DATA INVERTER: SUNGROW SC210HX	
Nominal (AC) Power at Cos φ = 1	254,32 kW
Nominal (AC) Voltage	690 V
Nominal (AC) Current	212,8 A
Ambient air temperature (max.)	34,5 ºC
Soil temperature	20 ºC
Average voltage drop (Average AC)	1,50%
Maximum voltage drop (Max AC)	1,50%
Thermal resistivity	0,82 m K/W

VD MAX TOTAL	0,077%
VD AVG. TOTAL	0,077%

HD 60364-5-52:2011_method B
IEC 60364-5-52:2009 CORR 2011_method B

CABLE CALCULATIONS (VOLTAGE DROP AND MAXIMUM CURRENT)

BESS AGUIJÓN

AC LV

Line Code	From	To	ID PCS	COD	Cable Material	Installation Type (Installation Method)	Cable Type	Power in Circuit (kW)	Nominal Voltage (V)	Nominal Current (A)	Section (mm2)	n (Conductors Per Phase)	Nc (Active Poles)	N (Circuits in Parallel)	Factor Current	Distance Between Cables	Length (m)	Total Length (m)	Cable Temperature (ºC)	Voltage Drop (%)	Máx Voltage Drop in Circuit (%)	Ampacity (A)	Thermal Resistivity Factor (Kr)	Temperature Factor (Kt)	Group Cables Factor (Ka)	Overall Reduction Factor (K)	Current Rating (A)	Line Current (A)	Oversizing (A)	Voltage Drop	Maximum Current
CTPMC-PCS1	CTPMC	PCS1	PCS1	Inverter CTPMC-PCS1	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS2	CTPMC	PCS2	PCS2	Inverter CTPMC-PCS2	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS3	CTPMC	PCS3	PCS3	Inverter CTPMC-PCS3	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS4	CTPMC	PCS4	PCS4	Inverter CTPMC-PCS4	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS5	CTPMC	PCS5	PCS5	Inverter CTPMC-PCS5	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS6	CTPMC	PCS6	PCS6	Inverter CTPMC-PCS6	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS7	CTPMC	PCS7	PCS7	Inverter CTPMC-PCS7	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS8	CTPMC	PCS8	PCS8	Inverter CTPMC-PCS8	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS9	CTPMC	PCS9	PCS9	Inverter CTPMC-PCS9	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS10	CTPMC	PCS10	PCS10	nverter CTPMC-PCS10	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS11	CTPMC	PCS11	PCS11	nverter CTPMC-PCS11	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS12	CTPMC	PCS12	PCS12	nverter CTPMC-PCS12	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS13	CTPMC	PCS13	PCS13	nverter CTPMC-PCS13	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS14	CTPMC	PCS14	PCS14	nverter CTPMC-PCS14	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS15	CTPMC	PCS15	PCS15	nverter CTPMC-PCS15	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS16	CTPMC	PCS16	PCS16	nverter CTPMC-PCS16	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS17	CTPMC	PCS17	PCS17	nverter CTPMC-PCS17	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
CTPMC-PCS18	CTPMC	PCS18	PCS18	nverter CTPMC-PCS18	Cu XLPE3	single core cable in buried conduit	CU XLPE 0.6/1KV	254,32	690,0	212,80	240	1	3	4	1	In contact	16,0	48,0	69,63	0,077%	0,077%	324	1,20	1,00	0,65	0,78	252,72	212,80	39,92	OK	OK
																				VD MAX TOTAL	0,077%									OK	
																				VD AVG. TOTAL	0,077%									OK	

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS SL

ANEXO. LÍNEA DE EVACUACIÓN

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN
MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

1 LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MEDIA TENSIÓN 4

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 4
1.1.1 CABLES 4
1.1.2 CANALIZACIONES 7
1.1.2.1 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO 8
1.1.3 PARALELISMOS 9
1.1.4 CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN CALZADAS (CALLES Y CARRETERAS) 10
1.1.5 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN 10
1.1.5.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO 10
1.1.5.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN 10
1.1.6 EMPALMES Y TERMINACIONES 11
1.1.7 PUESTA A TIERRA 12
1.2 CALCULOS ELECTRICOS 14
1.2.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR 14
1.2.2 REACTANCIA DEL CABLE 14
1.2.3 CAPACIDAD 15
1.2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 17
1.2.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES 18
1.2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS 19

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA DE EVACUACIÓN 21

2.1 FÓRMULAS GENERALES 21
2.2 RESULTADOS PARA LA LINEA DE CONEXIÓN 23

1 LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La línea de evacuación de media tensión de conexión **comprenderá** la instalación de conducción eléctrica subterránea a 20kV que conducirá la energía generada y demandada **entre el Centro transformación, protección medida y control y el Centro de Seccionamiento del SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE).**

La línea de evacuación tendrá una longitud total de:573m

La línea MT estará formada por conductor de aluminio de las características señaladas a continuación.

La línea discurrirá directamente enterrada por zanjas dimensionadas y habilitadas para tal uso.

Las características eléctricas de esta línea son:

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	20kV
Tensión más elevada para el material	24 kV
Categoría de la red	(Según UNE 20-435) A

1.1.1 CABLES

Estarán constituidos por conductores de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228, y la pantalla metálica estará constituida por corona de alambres de cobre. Serán obturados longitudinalmente para impedir la penetración del agua, no admitiéndose para ello los polvos higroscópicos sin soporte y cuya cubierta exterior será de poliolefina de color rojo.

Los cables tendrán aislamiento de polietileno reticulado y estarán de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.
Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita, y teniendo el sistema de protección previsto en las salidas de la subestación, las redes incluidas en el presente proyecto se clasifican como redes categoría A, según ITC-LAT 06.

En la Tabla 1 se especifica las tensiones nominales de los cables Uo/U, así como su nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo, Up, en función de la tensión nominal, de la tensión más elevada y de la categoría de la red, según ITC-LAT 06.

Tensión nominal de la red Un (kV)	Tensión más elevada de la red Us (kV)	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			Uo/U (kV)	Up (kV)
20	24	A-B	12/20	125
		C	15/25	145

Las tensiones nominales normalizadas de la red son 20kV, siguiendo un criterio de unificación de las características de los cables y según la tabla anterior, la tensión nominal seleccionada para utilizar en los cables en ambas tensiones es de 12/20kV.

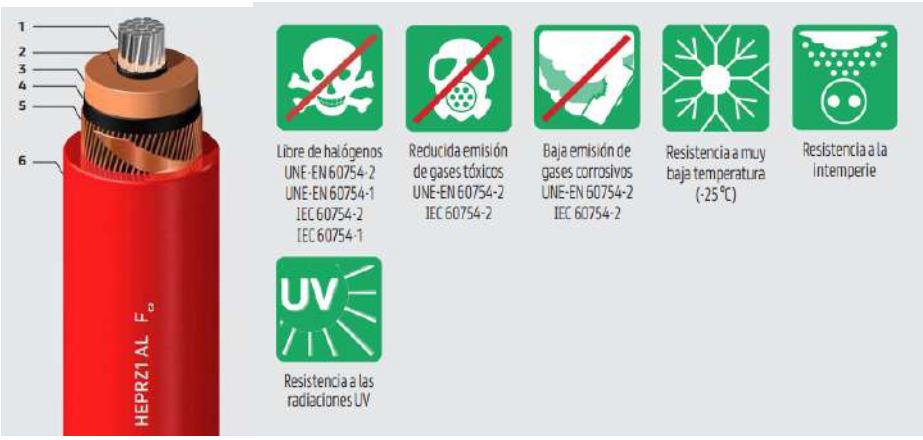
Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

Las características principales de los cables se indican en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	VALOR
DENOMINACIÓN	HEPRZ1 AL 12/20 kV y HEPRZ1 (AS) AL 12/20 kV
TENSIÓN DE ASILAMIENTO	12/20 (24) kV
NORMAS CONSTRUCCIÓN NORMAS	I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. NI 56.43.01 UNE-HD 620-9E
NORMAS REACCIÓN AL FUEGO	UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
CLASIFICACIÓN CPR	Fca
CONDUCTOR	Aluminio de clase 2 según UNE-EN 60228.
PANTALLA SOBRE CONDUCTOR	Semiconductor extruido
AISLAMIENTO	Etileno-propileno de alto módulo 105 ºC (HEPR).
PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO	Semiconductor extruido separable en frío.
PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA	Obturación longitudinal con cinta hinchante.
PANTALLA METÁLICA	Hilos de cobre con cinta a contraespira
CUBIERTA EXTERIOR	Polietileno (PE) tipo DMZ1.
TEMPERATURA MÁXIMA / MÍNIMA TRABAJO	+105 ºC / -25ºC
VIDA ESTIMADA 2	40 años
SECCIÓN DEL CABLE	Según documento BOM
CANTIDAD	Según documento BOM



1.1.2 CANALIZACIONES

Para la canalización de los cables de Media Tensión se utilizará el método Directamente enterrado en zanja y Enterrado bajo tubo en los tramos exteriores a vallado.

Este tipo de canalización es el utilizado de forma prioritaria en las zonas rurales y semiurbanas, cuya definición se indica en el R.D. 1955/2000 de 1 de diciembre. Cumplirán además con lo indicado en las instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, teniendo las siguientes características:

- La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.
- Tendido del cable se haga por medios mecánicos.
- Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra.
- Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.
- Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T.
- Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Los cables irán alojados en zanjas cuyas dimensiones y número de ternas son las que se muestran en la siguiente tabla. En todo momento la profundidad mínima a la parte superior de la terna más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad. La anchura de zanja indicada en la tabla anterior es válida siempre que el tendido de los cables se realice con medios mecánicos, pero cuando el tendido sea manual, será la suficiente para permitir el trabajo de un hombre, conforme a la normativa de riesgos laborales.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocarán los cables, cubriendo los cables irá otra capa de arena de 10 cm y sobre ella irá siempre un tritubo de polietileno de alta densidad de color verde de 40 mm de diámetro con las funciones de protección mecánica de los cables y posible instalación de cables de comunicaciones para el sistema eléctrico.

Se colocará un tritubo para el caso de una terna y dos para el caso de dos ternas directamente enterradas.

A continuación, se rellenará toda la zanja de la misma forma que en el caso anterior, es decir, con el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%. Se colocarán también una cinta de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima al suelo será de 10 cm y a la parte superior del cable de 25 cm.

1.1.2.1 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará también una cinta de señalización para el caso de cables directamente enterrados y una o dos (para el caso de 9 tubos) para el caso de cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm en el caso de cables entubados

En ambos casos quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos.

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de 150±5 mm y su espesor será de 0,1±0,01 mm.

1.1.3 PARALELISMOS

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 25 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre cables MT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables estaran a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalizaciones de agua

Los cables de MT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

1.1.4 CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN CALZADAS (CALLES Y CARRETERAS)

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie en el cruzamiento no será inferior a 0,60 m. Los tubos serán normalizados según el apartado 2.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

1.1.5 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN

1.1.5.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO

En el paso aéreo a subterráneo, se instalará un dispositivo de seccionamiento con elementos de maniobra de accionamiento unipolar, manual con pértiga, capaces de abrir y cerrar circuitos con tensión y corrientes despreciables (sin carga), de intensidad nominal acorde con las necesidades de la instalación. Cuando la maniobra unipolar pueda dar lugar a fenómenos de ferroresonancia se estudiará en el proyecto la forma de evitarlos.

Tendrán un nivel de aislamiento entre contactos abiertos que proporcionen garantías de corte efectivo.

En caso de seccionamiento en la red subterránea, ésta se realizará, bien con conexiones enchufables o bien mediante celdas de aislamiento independiente de las condiciones atmosféricas.

1.1.5.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Las protecciones existentes en la cabecera de la línea, cuyas características y disposición se recogerán en el proyecto de la subestación suministradora, se complementarán con las protecciones contra sobretensiones necesarias descritas a continuación:

- La protección contra sobretensiones en Media Tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos autoválvulas, según la Norma UNE-EN 60099.

- Se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en la línea aérea, en el mismo herraje que los terminales del cable a proteger de acuerdo con los planos del documento nº 4 (Planos).

- Si la línea subterránea enlazara dos líneas aéreas se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en cada una de las líneas aéreas.

1.1.6 EMPALMES Y TERMINACIONES

En los puntos de conexión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes y terminaciones adecuados a las características de los conductores a unir.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.

- Los empalmes y terminaciones estaran protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- Los empalmes y terminaciones deben resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

1.1.7 PUESTA A TIERRA

En las redes subterráneas de Media Tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección
- Apoyos
- Pararrayos autoválvulas
- Pantallas metálicas de los cables

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra son:

- Línea de tierra.
- Electrodo de puesta a tierra

a) Línea de tierra

Está constituida por conductores de cobre o su sección equivalente en otro tipo de material. En función de la corriente de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas del conductor a emplear por la línea de tierra, a efectos de no alcanzar su temperatura máxima se deducirá según la expresión siguiente:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha}\sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

En donde:

Id = Corriente de defecto en amperios (Idmax=16kA)

t = Tiempo de duración de la falta en segundos. (t=0,1 seg)

$\Delta\theta$ =160°C para conductor aislado, 180°C para conductor desnudo

$$\alpha\,(\text{para } t \leq 5\text{ seg}) = \begin{cases} 12{,}1 \text{ para conductor de cobre} \\ 8 \text{ para conductor de aluminio} \\ 4{,}4 \text{ para conductor de acero} \end{cases}$$

En la siguiente tabla se indican las secciones mínimas del conductor.

Tabla 7

Sección (mm2)	Material	Duración de la falta (seg)							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	2	3
Conductor desnudo	Cu	31	44	54	62	70	99	139	171
	Al	47	67	82	94	105	149	211	258
	Acero	86	121	148	171	192	271	383	469
Conductor aislado	Cu	33	47	57	66	74	105	148	181
	Al	50	71	87	100	112	158	224	274

Se elegirán las secciones normalizadas, de valor igual o inmediatamente superior al calculado. En ningún caso, esta sección será inferior a 50 mm2 para el cobre o aluminio y 100 mm2 para el acero.

Los conductores a utilizar cumplirán con las Normas UNE 207015 para cables de cobre desnudo, UNE-EN 50182 para cables de aluminio desnudo, UNE EN 50189 para cables de acero y UNE-EN 60228 para cables aislados.

b) Electrodos de puesta a tierra

Los elementos de difusión vertical estarán constituidos por picas cilíndricas acoplables de 2 metros de longitud de acero-cobre según UNE 21056 y con un recubrimiento de cobre tipo recocido industrial según UNE 20003 con un espesor medio mínimo de 0,3 mm no siendo en ningún punto el espesor efectivo inferior a 0,27 mm.

La sección mínima para el anillo difusor, realizado en cobre, será 50 mm2.

1.2 CALCULOS ELECTRICOS

1.2.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura T de funcionamiento de la línea.

Se adopta el valor correspondiente a T = 90º C que viene determinado por la expresión:

$$R_{90} = R_{20}\ [\ 1+ \alpha\ (\ 90 - 20\ )\ ]\ \Omega\ /\ km$$

Siendo α = 0,00403 para el aluminio.

Resistencia, reactancia y capacidad.

Sección mm^2	Tensión U_0/U kV	Resistencia máx. a 90°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad µF/km
50	12/20	0,822	0,133	0,206
150		0,265	0,112	0,368
240		0,162	0,105	0,453
400		0.102	0.098	0,536
50	18/30	0,822	0,144	0,161
150		0,265	0,121	0,266
240		0,162	0,113	0,338
400		0,102	0.106	0,401

1.2.2 REACTANCIA DEL CABLE

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = 2\ \pi\ f£\ \Omega/km$$

y sustituyendo en ella el coeficiente de inducción mutua £ por su valor:

$$£ = (K + 4{,}605 \log \frac{2D_m}{d})\, 10^{-4}\, H/km$$

Se llega a:

$$X = 2\pi f\left(K + 4{,}605 \log \frac{2D_m}{d}\right) 10^{-4}\ \Omega/\text{km}$$

donde:

X = Reactancia, en ohmios por km

F = Frecuencia de la red en herzios

D_m= Separación media geométrica entre conductores en mm

d = Diámetro del conductor en mm

K = Constante que para conductores cableados toma los valores siguientes:

Tabla 9

Sección nominal (mm^2)	K
95	0,55
150	0,55
240	0,53

Sustituyendo con los datos de la Tabla 2, y considerando la instalación de los cables en triángulo contacto, se obtiene los siguientes valores aproximados de la reactancia lineal:

Tabla 9

Sección nominal (mm^2)	Reactancia lineal (Ω/km)
95	0,126
150	0,118
240	0,109
240 (S)	0,109
240 (AS)	0,118

1.2.3 CAPACIDAD

La capacidad para cables con un solo conductor depende de:

a) Las dimensiones del mismo (longitud, diámetro de los conductores, incluyendo las eventuales capas semiconductoras, diámetro debajo de la pantalla).

b) La permitividad o constante dieléctrica ⍰ del aislamiento.

Para el caso de los cables de campo radial, la capacidad será:

$$C = \frac{0{,}0241 \cdot \varepsilon}{\log \frac{D}{d}} \mu F/km$$

Siendo:

D = Diámetro del aislante.

d = Diámetro del conductor incluyendo la capa semi-conductora.

ε = 2,5 (XLPE)

La intensidad de carga es la corriente capacitiva que circula debido a la capacidad entre el conductor y la pantalla. La corriente de carga en servicio trifásico simétrico para la tensión más elevada de la red es:

$$I_c = 2\ \pi\ f\ C\ \frac{U_m}{\sqrt{3}} . 10^{-3}\ A/km$$

en donde:

C = Capacidad (μF/km)

Um= Tensión más elevada de la red

Con los datos de la Tabla 2, se obtienen los siguientes valores aproximados de capacidad:

Tabla 11

Sección (mm^2)	Capacidad (μF/km)	Ic (A/km)	
		Um=17,5 kV	Um=24 kV
95	0,217	0,689	0,946
150	0,254	0,805	1,105
240	0,309	0,980	1,346
240 (S)	0,306	0,972	1,335
240 (AS)	0,306	0,972	1,335

1.2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Para el tipo de instalación seleccionado se justificará y calculará según la norma UNE 21144 la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, son las que figuran en la siguiente tabla:

Sección mm^2	Intensidad máxima admisible (A)		
	Al aire	Enterrada	Entubada
50	180	145	135
150	360	275	255
240	495	365	345
400	660	470	450

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación entubada: A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 12/20kV formada por un terno de cables unipolares directamente enterrados en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido a la parte superior del cable). Las intensidades máximas admisibles, son las que aparecen en la siguiente tabla:

Sección del conductor (mm^2)	$I_{máx}$ (A)	
	Terreno de resistividad térmica	
	1 K·m/W	1,5 K·m/W
95	242	205
150	307	260
240	407	345
400	470	450

Cables enterrados en zanja en el interior de tubos: No deberá instalarse más de un cable tripolar por tubo. La relación de diámetros entre tubo y cable o conjunto de tres unipolares no será inferior a 1,5. Es conveniente matizar que:

- **Tubos de gran longitud**. En el caso de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo se utilizarán los valores de intensidades indicados en la tabla siguiente, calculadas para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K.m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

1.2.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la Norma UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las intensidades de corriente indicado a continuación.

Estas densidades se calculan de acuerdo con las temperaturas especificadas, considerando como temperatura inicial la de servicio permanente y como temperatura final la de cortocircuito de duración inferior a 5 segundos. En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones se tiene:

$$Icc^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

En donde:

Icc = corriente de cortocircuito, en amperios
S = sección del conductor, en mm2
K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
t = duración del cortocircuito, en segundos

Si se desea conocer la densidad de corriente de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para t = 1s, para los distintos tipos de aislamiento.

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial θi diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente θs, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$\sqrt{\frac{Ln\left(\frac{\theta cc + \beta}{\theta i + \beta}\right)}{Ln\left(\frac{\theta cc + \beta}{\theta s + \beta}\right)}}$$

Dónde β< =235 para el cobre y β< =228 para el aluminio.

En la siguiente tabla, se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) en los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Sección mm^2	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50	14,05	9,95	8,10	6,30	4,45	3,63	3,15	2,81	2,57
150	42,15	29,85	24,30	18,90	13,35	10,90	9,44	8,44	7,71
240	67,44	47,76	38,88	30,24	21,36	17,44	15,10	13,51	12,33
400	112,40	79,60	64,80	50,40	35,60	29,07	25,17	22,52	20,55

1.2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS

Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles en las pantallas de los cables de aislamiento seco varían de forma notable con el diseño del cable. Esta variación depende del tipo de cubierta, del diámetro de los hilos de pantalla, de la colocación de estos hilos, etc.

El cálculo será realizado siguiendo la norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la Norma UNE 21192. Los valores obtenidos no dependerán del tipo de aislamiento, ya que en el cálculo intervienen sólo las capas exteriores de la pantalla. La Norma UNE 211435 no será de aplicación para estos cálculos. El dimensionamiento mínimo de la pantalla será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000A durante 1 segundo.

En la tabla siguiente se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito

Sección	Duración en segundos								
mm^2	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA DE EVACUACIÓN

2.1 FÓRMULAS GENERALES

FORMULA INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION:

I = S x 1000 / 1,732 x U = Amperios (A)

e = 1.732 x I[(L x Cosφ / k x s x n) + (Xu x L x Senφ / 1000 x n)] = voltios (V)

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad.

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

n = Nº de conductores por fase.

FÓRMULA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\,(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\,(I/I_{max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC. (Conductores bimetálicos, ρ_{20} = Stotal/Σ(s/ρ), siendo ρ y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m

AlMgSi = 0.03250 ohmiosxmm²/m

Ac (Acero) = 0.192 ohmiosxmm²/m

Ac-Al (Acero recubierto Al) = 0.0848 ohmiosxmm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.003929

Al y demás conductores = 0.004032

T = Temperatura del conductor (ºC).

T_0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

HEPR = 90ºC (105ºC, Uo/U<=18/30 kv)

PVC = 70ºC

Conductores Recubiertos = 90ºC

Conductores Desnudos = 85ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

FÓRMULAS CORTOCIRCUITO

*** IpccM = Scc x 1000 / 1.732 x U**

Siendo:

IpccM: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

*** Icccs = Kc x S / (tcc)½**

Siendo:

Icccs: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm².

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

Kc: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

2.2 RESULTADOS PARA LA LINEA DE CONEXIÓN

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): 20.000
- C.d.t. máx.(%): 2
- Cos φ : 0,8
- Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:
- PVC, Sección <= 300 mm². KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección > 300 mm². KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U > 18/30. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U <= 18/30. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION POR TRAMOS:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm2)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
LINEA EVA.	**CTPMC AGUIJÓN**	**CS**	**573**	**Al/0,15**	**En.B.Tu.**	**HEPRZ1 12/20 H16**	**Unip.**	**-109,7**	**3x240**	**200**	**276/0,8**

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CTPMC AGUIJÓN	**20,785**	**19.979,215**	**0,104***	**-109,697 A(-3.800 KVA)**
CS	**0**	**20.000**	**0**	**109,697 A(3.800 kVA)**

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

PÉRDIDAS DE POTENCIA ACTIVA EN KW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI²(kW)
LINEA EVACUACIÓN	**CTPMC AGUIJÓN**	**CS**	**2,609**	

CAIDA DE TENSION TOTAL:

CTPMC-CS = 0,1 %

CORTOCIRCUITO.

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

- Scc = 433 MVA.
- U = 20 kV.
- tcc = 0,5 s.
- IpccM = 12.499,63 A.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm2)	Icccs (A)
LINEA EVACUACIÓN	**CTPMC**	**CS**	**3x240**	**30.207,6**

CORTOCIRCUITO EN PANTALLAS:

Datos generales:

Ipcc en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 16 mm².

Icc admisible en pantalla = 3.130 A.

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

ANEXO. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 ALCANCE 4

2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y EMPLAZAMIENTO 5

3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 6

4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD EN M³ Y T DE CADA TIPO (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) 7

4.1 CLASIFICACIÓN RESIDUOS 7
4.2 CODIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN (M³ Y T DE CADA TIPO SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) 9

5 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE DICHOS RESIDUOS 11

6 OPERACIONES ENCAMINADAS A LA POSIBLE REUTILIZACIÓN, SEPARACIÓN Y VALORIZACIÓN DE ESTOS RESIDUOS 12

7 PLANOS DE INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAJE, MANEJO, SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS 17

8 PLIEGO DE CONDICIONES 18

8.1 PRESCRIPCIONES GENERALES 20
8.2 PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR 21

9 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS Y DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU" 25

1 ALCANCE

El Presente documento recoge el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción del **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)** AGUIJÓN de acuerdo con el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

Así, en el presente Estudio se realiza una estimación de los residuos que se prevé se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra.

De acuerdo con el RD 105/2008, el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4, comprende el siguiente contenido:

1) Identificación de los residuos que se van a generar y estimación de la cantidad en m^3 y t de cada tipo (según Orden MAM/304/2002).
2) Medidas para la prevención de dichos residuos.
3) Operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de estos residuos.
4) Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
5) Pliego de Condiciones.
6) Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs y destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".

2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y EMPLAZAMIENTO

Los terrenos donde se ubicará la planta de almacenamiento pertenecen al término municipal de Villaviciosa de Odón, en la provincia de Madrid.

Este SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED también es conocido como **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO STAND-ALONE CONECTADO A RED.**

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

Se abordará, en la presente memoria, la definición de los siguientes elementos:

- **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA** ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED "BESS AGUIJÓN**"**, de:
  - Potencia Instalada Activa: 3,78 MW
  - Potencia de nominal de Consumo: 3,50 MW
  - Potencia de nominal de Generación: 2,20 MW
  - Capacidad de Almacenamiento: 15,045 MWh
- **LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN** (<36kV):
  - Línea de Evacuación "CTPMC BESS AGUIJÓN -CS" (LSMT) de 20 KV

3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La fase de construcción de la planta de almacenamiento consistirá en:

Fase 1: Obra Civil

- 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 zanjas para cables.
- Cimentación de bastidores de las estaciones.
- Vallado perimetral de la instalación.
- Sistema de vigilancia

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.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, el movimiento de tierras en las zonas donde se tenga que realizar se minimizara en la manera de lo posible, para realizar la mínima gestión de las tierras.

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.

4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD EN M³ Y T DE CADA TIPO (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

4.1 CLASIFICACIÓN RESIDUOS

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 de almacenamiento, 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 y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra. Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación.

La vegetación afectada, corresponde mayoritariamente a tierras arables, encinares y olivares.

Es posible que, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, porque la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones aproximadas de 0,60 m de profundidad y 0,50 m de ancho. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

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 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.

En el apartado 4.3 se adjuntan las tablas donde se recoge la clasificación de los residuos generados en la obra de acuerdo con el código europeo de residuos recogido en la Orden MAM/304/2002 y la estimación de cada tipo de residuo.

4.2 CODIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN (M³ Y T DE CADA TIPO SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

La primera actividad en la construcción será el desbroce de los terrenos de implantación.

A continuación, se procederá a las excavaciones para los viales, y las zanjas de cables entre cada seguidor.

De existir excedentes una vez realizado el movimiento de tierras, debería ser gestionado convenientemente.

Seguidamente se llevan a cabo el resto de actividades propias de la obra civil y posteriormente el montaje y las pruebas.

Para la estimación de los diferentes volúmenes de residuos en obra nueva se partirá del siguiente porcentaje en peso (%) de generación de los diferentes residuos:

TIPO	LER	Tipo de residuo	Cantidad m^3	% total	Densidad (t/m3)	Cantidad Tn
TIPO I y II	19 12 09	Arena, grava y otros áridos	41,0	16,6%	1,7	69,8
TIPO III	17 01 01	Hormigón	13,7	5,5%	2,4	32,8
TIPO IV	15 01 03	Madera	23,5	9,5%	0,6	14,1
TIPO IV	17 04 05	Metales	5,6	2,3%	7,5	42,0
TIPO IV	15 01 01	Cartón	100,4	40,6%	0,05	5,0
TIPO IV	15 01 02	Plástico	61,6	24,9%	0,03	1,8
TIPO V	19 03 06	Residuos peligrosos	0,5	0,2%	0,8	0,4
TIPO V		Residuos sólidos urbanos	1,0	0,4%	1,0	1,0
	TOTAL		247,3	100,0%		166,9

La evaluación del volumen aparente de RCD's de las tipologías III, IV y V se calcula a partir de la superficie construida. En ausencia de datos más contrastados, se adopta el criterio de utilizar parámetros estimativos.

Una parte de la construcción y montaje es modular, viniendo los diferentes elementos en piezas que se ensamblan en la obra.

En referencia al volumen de extracción de tierra vegetal se advierte que no se realizara ningún desbroce general. Se realizará solo en las zonas de cimentación de los centros de transformación, de las cuales la tierra vegetal resultante se reutilizará en la propia parcela.

En relación con los movimientos de tierras, se advierte que no existirá ningún movimiento de tierras para nivelar la parcela. La planta de almacenamiento se instalará con el terreno natural.

5 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE DICHOS RESIDUOS

Como medidas para la prevención de los residuos en obra, se pueden diferenciar tres etapas:

- Diseño del proyecto
- Planificación de las compras y subcontrataciones
- Operaciones u actividades propias de la obra.

Diseño del Proyecto

Como principal actividad en la minimización de la generación de los residuos se ha establecido que el balance de tierras en los movimientos de tierras y explanaciones sea el mínimo posible.

En el proyecto de esta Planta de almacenamiento, se podrá reutilizar gran parte de las tierras de excavación en rellenos, no obstante, si existiera un excedente deberá ser enviado a graveras de la zona o a vertederos.

Otro aspecto del diseño que influye en la minimización de los residuos es la aplicación modular. El diseño y construcción de los componentes principales de La planta de almacenamiento, como son los paneles solares es completamente modular. Ello no sólo reduce los costes de construcción sino de transporte y gestión de los residuos. Los útiles para el transporte son homogéneos y pueden ser reutilizados y los materiales vienen en tramos a ensamblar reduciéndose los sobrantes.

Planificación de las compras y subcontrataciones

A la hora de abordar las compras y subcontrataciones se especifica la minimización de envases y embalajes, el empleo de útiles de transporte reciclables o reutilizables, así como otras medidas encaminadas a la minimización de residuos.

Operaciones y actividades propias de la obra

Se establecen obligaciones contractuales con los subcontratistas para la minimización y segregación de los residuos, tales como las establecidas en el capítulo 8 de este estudio.

6 OPERACIONES ENCAMINADAS A LA POSIBLE REUTILIZACIÓN, SEPARACIÓN Y VALORIZACIÓN DE ESTOS RESIDUOS

Dentro de este apartado se contempla las operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de los residuos generados en la obra, especialmente en lo relativo a la segregación en fracciones.

Se debe diferenciar entre deposición de los residuos, su reutilización, su reciclaje y los tratamientos especiales que puedan requerir.

Deposición de los residuos

Los residuos que no son valorizables son en general depositados en vertederos.

Por otro lado, hay residuos de naturaleza tóxica o contaminante y, por lo tanto, resultan potencialmente peligrosos. Por esta razón los residuos deben disponerse de manera tal que no puedan causar daños a las personas ni a la naturaleza y que no se conviertan en elementos agresivos para el paisaje.

Reutilización

Es la recuperación de materiales sobrantes de la obra con las mínimas transformaciones posibles.

La reutilización no solamente reporta ventajas medioambientales sino también económicas. Los elementos constructivos valorados en función del peso de los residuos poseen un valor bajo, pero, si con pequeñas transformaciones o mejor, sin ellas, pueden ser regenerados o reutilizados directamente, su valor económico es más alto. En este sentido, la reutilización es una manera de minimizar los residuos originados, de forma menos compleja y costosa que el reciclaje.

Es habitual la reutilización de tierras sobrantes como material de relleno o árido necesario para viales o rellenos. También la madera suele ser un elemento típicamente reutilizable.

Reciclaje

Es la recuperación de algunos materiales que componen los residuos, sometidos a un proceso de transformación en la composición de nuevos productos.

La naturaleza de los materiales que componen los residuos de la construcción determina cuáles son sus posibilidades de ser reciclados y su utilidad potencial. Los residuos pétreos - hormigones y obra de fábrica, principalmente- pueden ser reintroducidos en las obras como granulados, una vez han

pasado un proceso de criba y machaqueo. Los residuos limpios de hormigón, debido a sus características físicas, tienen más aplicaciones y son más útiles que los escombros de albañilería.

En función de su volumen, también puede considerarse el reciclaje de envases y embalajes, vidrio, y metales.

Tratamiento especial

Consiste en la recuperación de los residuos potencialmente peligrosos susceptibles de contener sustancias contaminantes o tóxicas a fin de aislarlos y de facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada.

También forman parte de los residuos de construcción algunos materiales que pueden contener sustancias contaminantes, e incluso tóxicas, que los llegan a convertir en irrecuperables. Además, la deposición no controlada de estos materiales en el suelo constituye un riesgo potencial importante para el medio natural. Por ello, los materiales potencialmente peligrosos deben ser separados del resto de los residuos para facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada a que deben ser sometidos. Siempre es necesario prever las operaciones de desmontaje selectivo de los elementos que contienen estos materiales, la separación previa en la misma obra y su recogida selectiva.

Segregación de residuos en obra

El RD 105/2008 establece en su artículo 4, apto.1, sección a), punto 4º, que cuando de forma individualizada para cada una de las fracciones de residuos que se listan seguidamente, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades, se ha de realizar la segregación de residuos por fracciones:

- Hormigón: 80'0 t
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40'0 t
- Metal: 2'0 t
- Madera: 1'0 t
- Vidrio: 1'0 t
- Plástico: 0'5 t
- Papel y cartón: 0'5 t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan, tal como se realizará en el proyecto objeto de este estudio.

En lo que respecta a la reutilización, ya se indicó en el capítulo anterior el empleo de las tierras de excavación en rellenos, así como la especificación en compras del empleo de útiles de transporte para su reutilización.

En relación a la segregación de residuos, se ha previsto dentro del emplazamiento diferentes áreas para llevar a cabo tal actividad. Los residuos, en función de su naturaleza podrán estar dispuestos directamente sobre el terreno, en contenedores y sacos o bien, para el caso de los peligrosos, en contenedores homologados, para su posterior retirada por un Gestor autorizado.

Se han previsto las siguientes áreas y medios para la segregación y almacenamiento de los residuos:

- Áreas de contenedores de segregación de residuos no pétreos:
  - Contenedores de papel/vidrio/embalajes
  - Contenedores de RSU
  - Contenedores restos maderas
  - Contenedores ferrallas

- Áreas de contenedores de segregación de residuos pétreos:
  - Contenedores y/o acopios de tierras /gravas / arenas

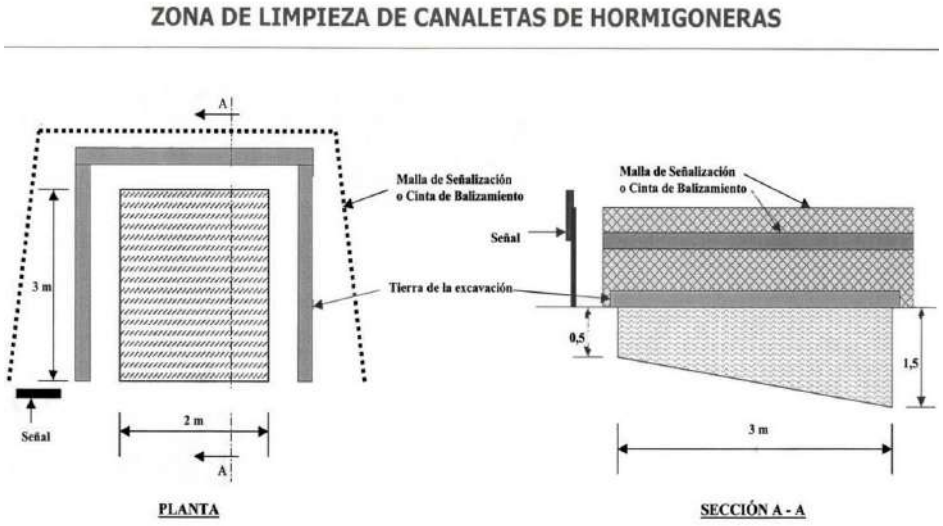
- Área recogida restos hormigones y limpieza de canaletas
  - Zona de limpieza canaletas hormigonera y restos de hormigones

- Área de Almacenamiento Residuos Peligrosos
  - Almacén de residuos peligrosos

Estas zonas se recogen en los planos del presente proyecto, concretamente en el plano *1030-GE-INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONA DE ACOPIO*.

Se ha definido una zona para la limpieza de canaletas y recogida de restos de hormigón.

En la figura siguiente se muestra un esquema de esta actuación:



Existe también una única zona centralizada para el almacén de residuos peligrosos. El almacén deberá estar techado, tener el suelo impermeabilizado y con bordes para contener los posibles derrames. En este almacén se seguirán las siguientes instrucciones:

- Los residuos peligrosos se separarán adecuadamente y se evitará las mezclas, lo que dificultaría su gestión.
- Los tipos de residuos se envasarán y etiquetarán en recipientes homologados. El periodo de almacenamiento no podrá superar los seis meses.
- La cesión de los residuos siempre se realizará a un gestor autorizado de residuos peligrosos.
- Se guardará la documentación relativa a la entrega de los residuos al gestor durante al menos 5 años.
- Se llevará un registro de los residuos producidos y gestionados y destino de los mismos.

Para los <u>contenedores de segregación de residuos no peligrosos e inertes</u> se ha previsto el emplazamiento aproximadamente cerca del acceso a La planta de almacenamiento y dentro de su perímetro. Estos contenedores o zonas de contenedores podrán variar a lo largo del avance de la obra y estarán próximos a las zonas de las obras donde se generen los residuos.

Para las <u>zonas de acopios de tierras, gravas y arenas</u> se han distribuido ocho emplazamientos en el contorno y zona interior del parque. Al final de los movimientos de tierras, todos los excedentes de tierras de excavación habrán sido reutilizados en los rellenos. Si bien próximos, estos

almacenamientos deberán delimitarse para no mezclar materiales y que puedan convertirse en inservibles y den lugar a un residuo.

Todas las áreas de residuos estarán perfectamente balizadas y señalizadas, debiéndose reponer los medios de balizamiento y señalización cuando se requiera.

Destino residuos

El destino de todos los residuos generados en las obras serán plantas autorizadas de tratamiento y gestión de los residuos y vertederos autorizados, salvo las tierras de excavación que como se comentó serán reutilizadas en los propios rellenos. El proceso siempre será a través de gestor autorizado.

Las operaciones de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen, mejoran las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. También se muestran imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento, de tal forma que no se mezclen con otros no peligrosos.

Esta segregación permite que los restos metálicos segregados en contenedores específicos, tal y como se ha dispuesto en este estudio, puedan ser valorizados. De igual forma, los restos de madera pueden ser reutilizados o cedidos.

7 PLANOS DE INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAJE, MANEJO, SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

En el documento de planos del presente proyecto se recoge un plano *1030-GE-INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONA DE ACOPIO* donde se muestran las diferentes áreas e instalaciones para la segregación y almacenamiento de los residuos, tal y como se ha explicado en el capítulo anterior.

8 PLIEGO DE CONDICIONES

De acuerdo con la reglamentación de aplicación es necesario diferenciar entre diferentes agentes en el cumplimiento de los requisitos legales. Al final de este capítulo se incluyen las prescripciones particulares a incluir en el proyecto para la gestión de los residuos, si bien antes se describen las obligaciones indicadas.

Para el Productor de Residuos. (Artículo 4 RD 105/2008):

a) Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un "estudio de gestión de residuos", el cual ha de contener como mínimo:
   - Estimación de los residuos que se van a generar.
   - Las medidas para la prevención de estos residuos.
   - Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
   - Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
   - Pliego de Condiciones
   - Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

Este Estudio es el alcance del presente documento.

b) Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación se debe guardar al menos los 5 años siguientes.
c) Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

Para el Poseedor de los Residuos en la Obra. (Artículo 5 RD 105/2008):
En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el promotor un Plan que refleje como llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla el mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente.
- Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quién es el Gestor final de estos residuos.

- Dicho Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
- Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas.
- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- El contratista deberá asegurar la capacitación medioambiental de todo el personal que se encuentre bajo su responsabilidad y cuyo trabajo pueda incidir directa o indirectamente sobre el medio ambiente, especialmente en lo relativo a la correcta gestión de los residuos generados en la obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Fomentar y animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan donde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales nuevos.

Para el personal de obra:

Los mismos se encuentran bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos.

- El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.

- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a derrames de residuos.

A continuación, se indican las especificaciones a incluir en los pliegos de prescripciones técnicas del proyecto relativas al almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

8.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de MAYO o sus modificaciones posteriores.

El Contratista partirá del presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción como base para la redacción del Plan de Gestión de residuos que reflejará cómo llevar a cabo las obligaciones que le incumben en cuanto a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el apartado 4.1 del artículo 3, así como las del artículo 5 del RD 105/2008.

El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

Certificación de la correcta gestión de los residuos

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad, los certificados y documentaciones de la entrega de los residuos a gestor autorizado. En el caso de que la cesión se realice a un gestor que sólo se dedique a la recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de cesión debe figurar el gestor de valorización o de eliminación final, que debe estar autorizado.

Orden y limpieza de la obra y correcta segregación y almacenamiento de residuos.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros y otros residuos, como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean

necesarias. Mientras los residuos se encuentren en su poder, debe mantenerlos en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que pudieran dificultar o impedir su posterior valorización o eliminación.

8.2 PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR

El Contratista deberá disponer de los recursos necesarios, tanto humanos como económicos, para asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental en todo momento y particularmente en la correcta gestión de los residuos generados en la obra.

Control logístico de los residuos generados

En líneas generales los residuos que se generarán durante la obra se pueden clasificar en tres categorías:

- Residuos urbanos y asimilables: Cartones, embalajes, plásticos y envases vacíos que originariamente contuvieran productos no peligrosos.
- Residuos inertes y no peligrosos: Maderas, palets de maderas, chatarra metálica, ferralla, escombros y material de obra no peligroso (yesos, ladrillos, cementos y hormigones).
- Residuos peligrosos: aceites usados, trapos impregnados con grasas y aceites, tierras contaminadas, siliconas, disolventes, desengrasantes, baterías gastadas, fluorescentes, lámparas de mercurio o sodio, pinturas en base disolvente, y en general, cualquier residuo con sustancias químicas peligrosas.

El contratista deberá proceder a la segregación de los residuos generados:

- Cartones y papeles
- Material plástico de envases rígidos, enfardados y retractilados
- Maderas y palets de madera
- Chatarra y ferralla
- Escombros y material de obra no peligroso
- Residuos peligrosos (aceites usados, tierras contaminadas, trapos contaminados, disolventes, desengrasantes, baterías gastadas, fluorescentes y lámparas de Hg/Na.)

Almacenamiento:

El contratista habilitará zonas diferenciadas para el almacenaje de las diferentes categorías de residuos definidas. Dichas zonas deberán estar adecuadamente señalizadas e identificadas con carteles que permitan su lectura desde una distancia aproximada de 10 metros.

- Los residuos peligrosos se almacenarán bajo techado y de manera que no puedan entrar en contacto productos incompatibles entre sí (p.e.: sustancias inflamables próximas a sustancias comburentes). Salvo excepciones debidamente justificadas, aquellos residuos peligrosos de naturaleza líquida y los envases que lo contienen estarán en el interior de un recinto hormigonado limitado por un borde perimetral levantado aproximadamente 20 cm del suelo que actuará como sistema de contención de derrames en caso de rotura de un bidón o contenedor.
- Los Contratistas deberán habilitar los elementos necesarios para asegurar la correcta segregación y almacenamiento de los residuos generados (acondicionamiento del terreno, bidones, contenedores, carteles y señales, etc.) y su correcto mantenimiento (reposición de balizas, sacos defectuosos, etc.)
- Los Contratistas se encargarán de realizar las tramitaciones necesarias para gestionar los residuos fuera de las instalaciones (contacto con transportistas y gestores autorizados). Como norma general, los residuos urbanos, asimilables a urbanos e inertes se enviarán a entidades que primen la reutilización de los residuos sobre el reciclado y éste sobre la valorización. Siempre que sea posible, se evitará el envío a vertederos autorizados.

En ningún caso, se permitirá el envío a vertederos no autorizados o ilegales.

Control documental de los residuos generados

Actuaciones para los RSU y asimilables, residuos no peligrosos e inertes: Se enviarán a centros de reutilización, reciclaje, valorización o eliminación (por este orden), siendo el contratista responsable de asegurar el cumplimiento de la legislación vigente durante el circuito comprendido entre la recogida en las instalaciones y la gestión en el centro receptor. El contratista registrará la naturaleza y cantidades recogidas en la ficha de campo correspondiente. Así mismo, asegurará que las operaciones de carga de los residuos en los camiones se realizan correctamente y documentará cada fase del circuito con albaranes de recogida, entrega y certificados acreditativos de la gestión final del residuo.

Actuaciones para los residuos peligrosos: El contratista cumplirá con los requisitos legales medioambientales establecidos en la normativa vigente sobre gestión de residuos peligrosos. Como norma general, se enviarán a centros gestores autorizados de residuos peligrosos a través de transportistas autorizados. El contratista registrará la naturaleza y cantidades recogidas en la ficha de campo correspondiente. Así mismo, asegurará que las operaciones de carga de los residuos en los camiones se realizan correctamente. A continuación se indican los aspectos más relevantes:

- Los contratistas deberán disponer del documento de aceptación de los residuos peligrosos expedido por el gestor autorizado correspondiente. Así mismo, se encargarán de solicitar el número de registro otorgado por la Consejería oportuna para la gestión de los residuos peligrosos correspondientes y vigilarán que dicho permiso esté en vigor.
- 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).
- Correcta cumplimentación del documento de identificación que acompañará al residuo desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino.
- El transportista que recoja los residuos peligrosos deberá estar autorizado para el transporte de residuos peligrosos. Al igual que para el caso de los gestores autorizado, se les exigirá el número de registro otorgado por la Consejería correspondiente para el transporte de los residuos peligrosos y se revisará que dicho permiso esté en vigor.

Finalmente, el contratista exigirá un certificado acreditativo de la gestión final del residuo peligroso. Los contratistas se encargarán de ponerse en contacto y contratar los servicios de recogida, envío y gestión de los residuos generados.
El contratista proporcionará los certificados acreditativos de la gestión efectuada a los residuos:

- Solicitud de albaranes de recogida de residuos urbanos, asimilables e inertes por transportistas autorizados.
- Copia de las autorizaciones de transportistas y gestores (vigilar su vigencia).
- Copia de la aceptación de los residuos peligrosos por parte de los gestores autorizados.
- Copia de las notificaciones de envío a los gestores autorizados.
- Copia de los documentos de identificación de residuos peligrosos correspondiente.

<u>Retirada de escombros y residuos en obras de demolición y preparación de los terrenos</u>

- Los residuos generados como consecuencia de la demolición de los edificios y de la limpieza de la parcela deberán ser segregados según los anteriormente indicados.
- Las obras de demolición de las edificaciones e infraestructuras existentes se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, empleo de estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.
- Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valorizables (cerámicos, mármoles...).

- Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinteras v demás elementos que lo permitan, que puedan segregarse para facilitar su posterior reutilización o reciclado.

<u>Desmantelamiento de instalaciones y limpieza de la zona de obras</u>

El Coordinador Ambiental comunicará a los contratistas los requisitos que deberán cumplir para llevar a cabo el desmantelamiento de instalaciones temporales e infraestructuras de obra.

Las actividades que se deberán ejecutar una vez finalizada la fase de construcción son las siguientes:

- Desmantelamiento de infraestructuras auxiliares, instalaciones y estructuras fijas temporales.
- Retirada y limpieza de escombros, materiales sobrantes (láminas de geotextiles, materias primas, etc.) y residuos (ferralla, tuberías, cables, madera, botes, etc.). La segregación se realizará de acuerdo a las indicaciones precedentes.
- Retirada de suelos contaminados por vertidos o derrames de aceites o grasas y tratamiento posterior como residuo peligroso.

9 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS Y DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU"

Los subtotales del coste de gestión de los residuos de la obra la Planta de almacenamiento se recogen en la siguiente tabla:

Capítulo	*Ud*	*Resumen*	*CanPres*	*PrPres*	*ImpPres*
08.01	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Madera	23,49081925	1,45 €	34,06 €
Transporte con camión de residuos inertes de madera producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.02	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Plástico	61,58398824	2,10 €	129,33 €
Transporte con camión de residuos inertes plásticos producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.03	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Papel y cartón	100,3885391	1,30 €	130,51 €
Transporte con camión de residuos inertes de papel y cartón, producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición ex- terna a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.04	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Metales	5,597852716	11,3	63,26 €
Transporte con camión de residuos inertes metálicos producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.05	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Mezcla sin clasificar	54,7117348	1,95 €	106,69 €
Transporte con camión de residuos inertes de mezcla sin clasificar producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.06	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Madera	23,49081925	17,35 €	407,57 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes de madera producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición ex- terna a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
08.07	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Plástico	61,58398824	27,71 €	1.706,49 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes plásticos producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
08.08	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Papel y cartón	100,3885391	15,90 €	1.596,18 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes de papel y cartón, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
08.09	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Metales	5,597852716	30,18 €	168,97 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes metálicos producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición ex- terna a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
08.10	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Mezcla sin clasificar	54,7117348	54,96 €	3.006,96 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes de mezcla sin clasificar producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
		Total	1		7.350,00 €

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

ANEXO. PLAN DE EJECUCIÓN

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN
MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1. PLAN DE EJECUCIÓN..... 4

1. PLAN DE EJECUCIÓN

A continuación, se detalla el plan de ejecución para la construcción del **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)**.

PLAN DE EJECUCIÓN
BESS AGUIJÓN

Id	Nombre de tarea
1	**BESS AGUIJÓN**
2	Acta de Reemplateo
3	**Construcción**
4	**Acondicionamiento del terreno**
5	Topografía, delimitación obra
6	Acondicionamiento, Viales y Accesos
7	Red de drenajes
8	**Canalizaciones y Cimentaciones**
9	Canalizaciones electricas
10	Cimentaciones de Edificios electricos
11	**Instalación Contenedores Baterias (ESS)**
12	Suministro ESS
13	Descarga y Colocacion
14	Instalacion
15	**Instalación Inversores (PCS)**
16	Suministro de Inversores
17	Colocación de Inversores
18	**Instalación eléctrica Baja Tensión**
19	**Instalación parte potencia**
20	Cableado y elementos de conexión
21	Cuadros, Armarios y Protecciones
22	Conexionado de comunicaciones
23	**Instalación SSAA**
24	Cableado y elementos de conexión
25	Cuadros, Armarios y Protecciones
26	**Instalación Eléctrica Media Tensión**
27	Cableado y conexionado MT
28	Suministro de Centros
29	Edificios
30	**Sistema de Seguridad**
31	Cableado e instalación de cámaras y equipos
32	**Sistema de Monitorización**
33	Cableado y conexión para equipos
34	Fin de obra
35	**Autorización de Puesta en Tensión y en Servicio**
36	**Puesta en Marcha**
37	**Informe del Operador**

PROYECTO EJECUTIVO

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

ANEXO. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN
MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES Y OBJETO 4

1 ANTECEDENTES Y OBJETO

La compañía NANGA INVESTMENTS SL. está interesada en la promoción de un **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)** en las inmediaciones del municipio de VILLAVICIOSA DE ODÓN y de su consecuente infraestructura eléctrica de interconexión a la red de distribución. NANGA INVESTMENTS SL tiene la concesión de un punto de conexión a la red de distribución de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. de 2,2MW de generación y 3,5MW de consumo.

Con el objeto de describir y cuantificar los tipos de afecciones de la infraestructura de conexión a red de la planta, se indican en los siguientes apartados el listado pormenorizado con la relación de bienes y derechos afectados, así como los planos correspondientes.

											LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (LESMT)				CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL		
									A	B	C	D	E	F	G	H	
Nº de ORDEN	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m2)	USO	ID	PLANTA (ÁREA VALLADO) (m2)	VIAL (m2)	LESMT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LESMT (m2)	SERVIDUMBRE DE PASO LESMT (m2)	SERVIDUMBRE TEMPORAL LESMT (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO) (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO + ACERA) (m2)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (A + B + E + H) (m2)
1	MADRID	Villaviciosa de Odón	7	36	28181A007000360000SE	14.046	Agrario	-	643	286,82	46,08	18,43	138,24	184,32	14,47	40,95	1.109
2	MADRID	Alcorcón			5794901VK2659S0000ZB	79.709	Urbano	PL RETAMAR DE LA HUERTA 127 Suelo	0	0,00	306,85	122,74	920,55	1227,40	0,00	0,00	921
3	MADRID	Alcorcón	1	9.012	28007A001090120000UE	82.305	Agrario		0	0,00	208,52	83,41	625,57	834,10	0,00	0,00	626
4	MADRID	Alcorcón	1	77	28007A001000770000UD	3.361	Agrario		0	0,00	10,63	4,25	31,90	42,53	0,00	0,00	32

- **LSEMT**: LONGITUD de la línea subterránea de media tensión (evacuación), solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Servidumbre Permanente LSEMT:** Área ocupada por la zanja de la LSEMT, solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Servidumbre de Paso LSEMT:** Área ocupada por la servidumbre de la LSEMT, solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Servidumbre Temporal LSEMT:** Área ocupada por la servidumbre temporal de la LSEMT, solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Ocupación Pleno Dominio:** Área total usada por la planta BESS por parcelas, equivalente al área interna del vallado, el área del camino de acceso externa al vallado, el área de la servidumbre de paso de la línea LESMT externa al vallado y el área del CTPMC (edificio + acera).

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

PLANOS

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Renerix ENGINEERING

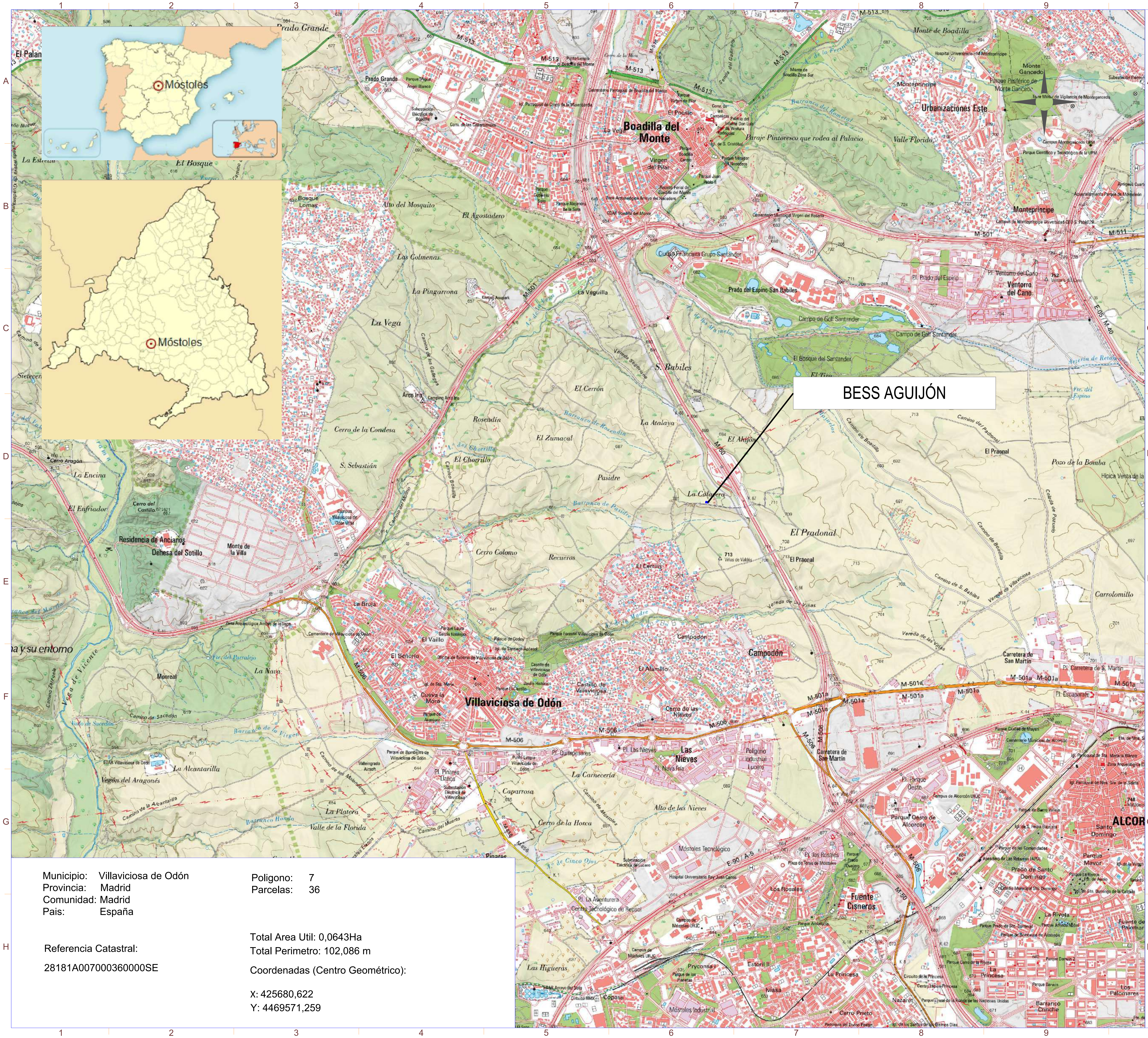
Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
01	**Emisión inicial**	**20/06/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1000-GE-DRW-RNX-00-SITUACION.DWG



Municipio: Villaviciosa de Odón
Provincia: Madrid
Comunidad: Madrid
Pais: España

Poligono: 7
Parcelas: 36

Referencia Catastral:

28181A007000360000SE

Total Area Util: 0,0643Ha
Total Perimetro: 102,086 m

Coordenadas (Centro Geométrico):

X: 425680,622
Y: 4469571,259

nexer

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:

SITUACIÓN

Nº PLANO: 1000-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:25000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

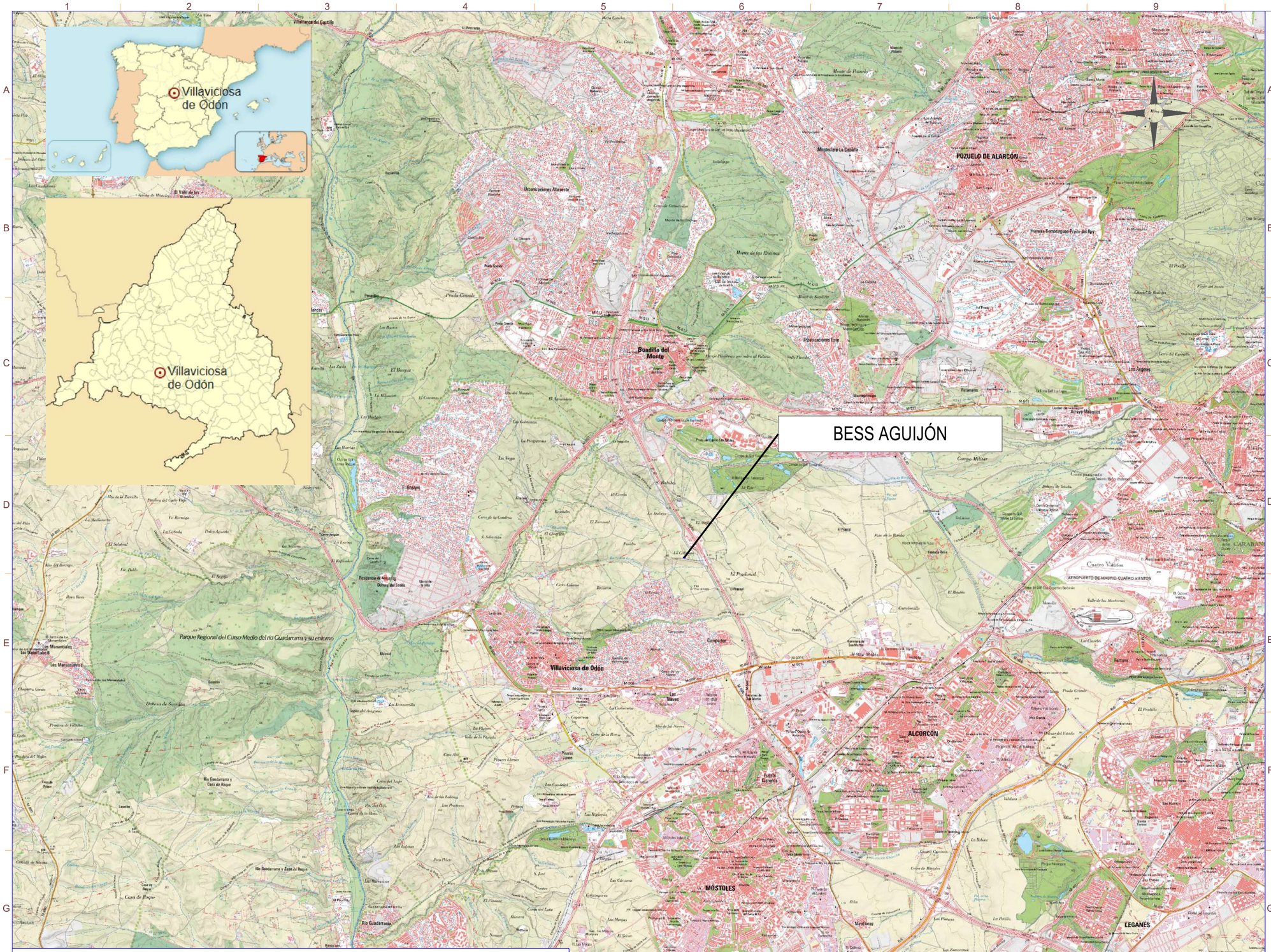
FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1000-GE-DRW-RNX-00-SITUACION.DWG

Municipio: Villaviciosa de Odón
Provincia: Madrid
Comunidad: Madrid
Pais: España

Poligono: 7
Parcelas: 36

Referencia Catastral:

28181A007000360000SE

Total Area Util: 0,0643Ha
Total Perimetro: 102,086 m

Coordenadas (Centro Geométrico):

X: 425680,622
Y: 4469571,259

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: SITUACIÓN

Nº PLANO: 1000-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:50000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1005-GE-DRW-RNX-00-UBICACION CATASTRAL.DWG

nexer

CENTROIDE
UTM/ETRS89. Huso:30

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: UBICACIÓN CATASTRAL

Nº PLANO: 1005-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

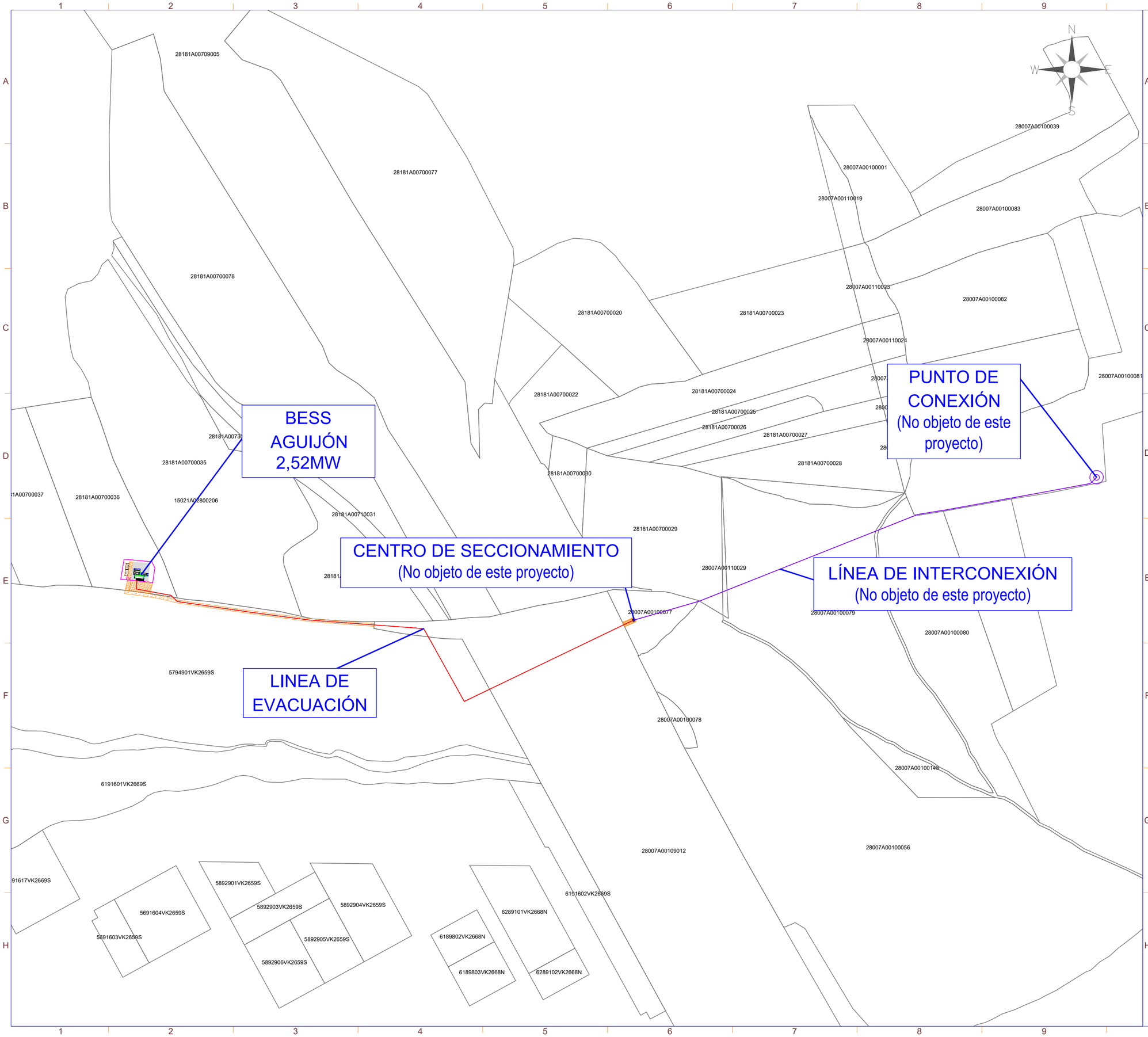
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales
Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1015-GE-DRW-RNX-00-LAYOUT GENERAL.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Línea Evacuación
	Línea de Interconexión
	Zanjas Baja Tension
	Vial de acceso
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Parcelas Catastro
	Centro de Seccionamiento
	Punto de conexión

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: LAYOUT GENERAL

Nº PLANO: 1015-GE

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:2500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

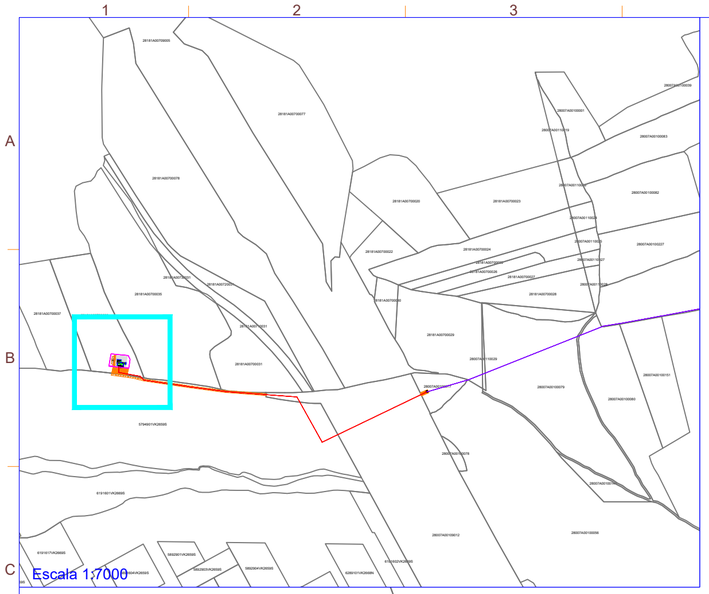
RENERIX SOLAR, SL
B138351107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

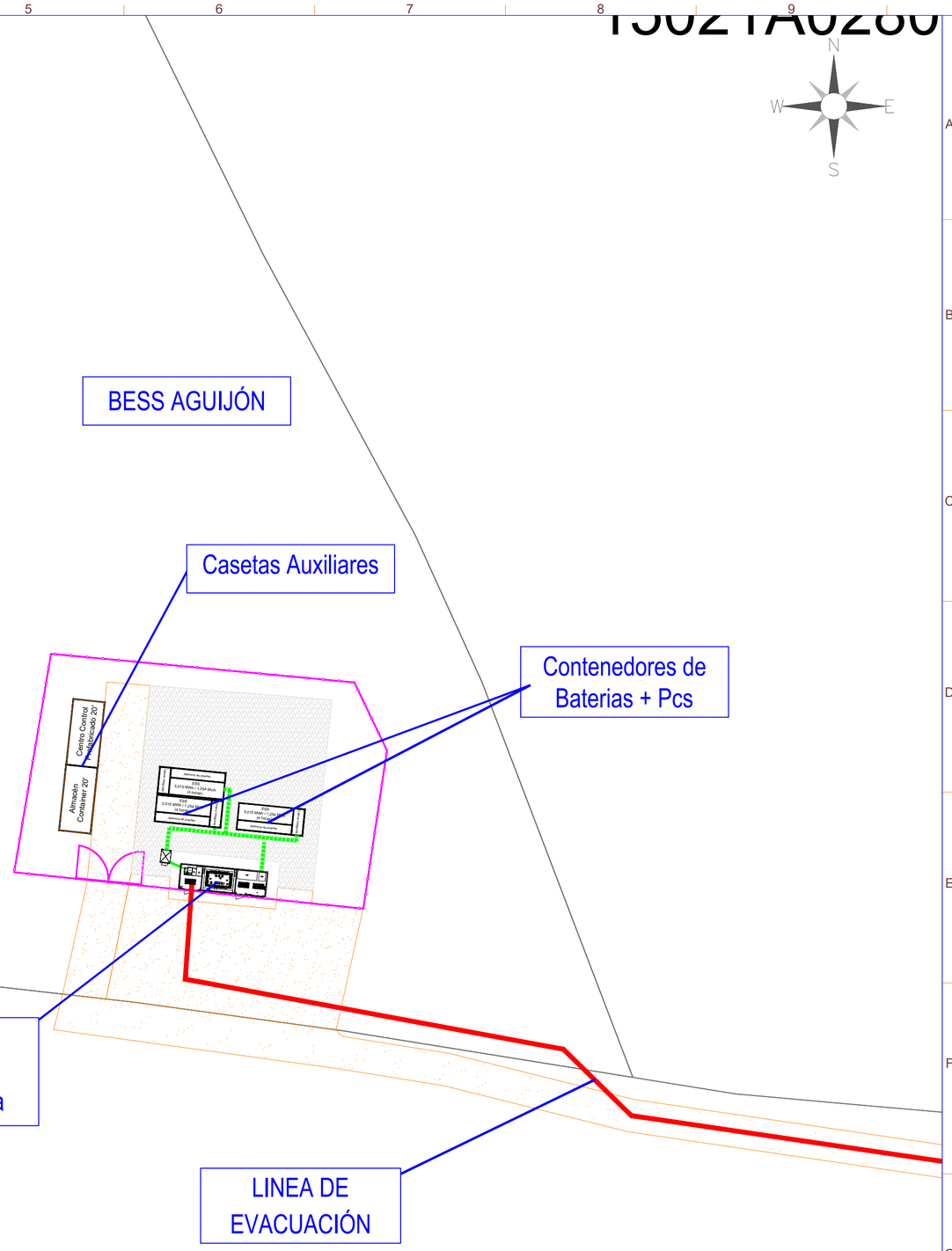
FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1015-GE-DRW-RNX-00-LAYOUT GENERAL.DWG





LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Línea Evacuación
	Zanjas Baja Tension
	Vial de acceso
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Parcelas Catastro
	Centro de Seccionamiento

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: LAYOUT GENERAL

Nº PLANO: 1015-GE

HOJA: 2 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:350

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

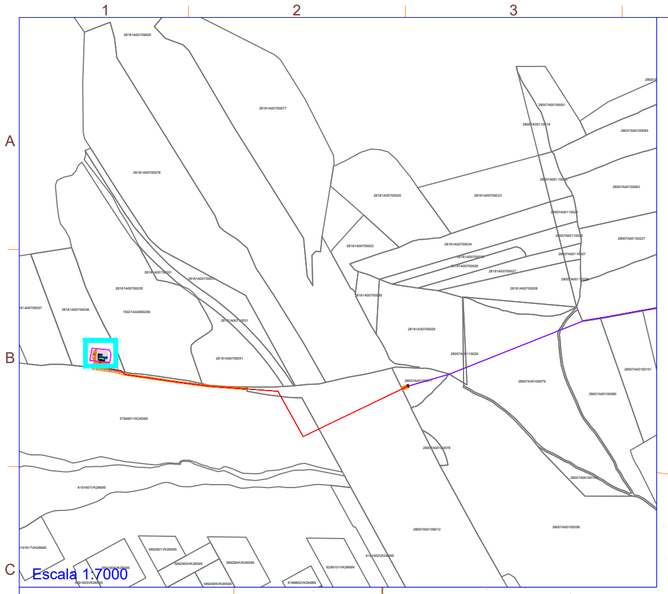
FIRMADO POR:

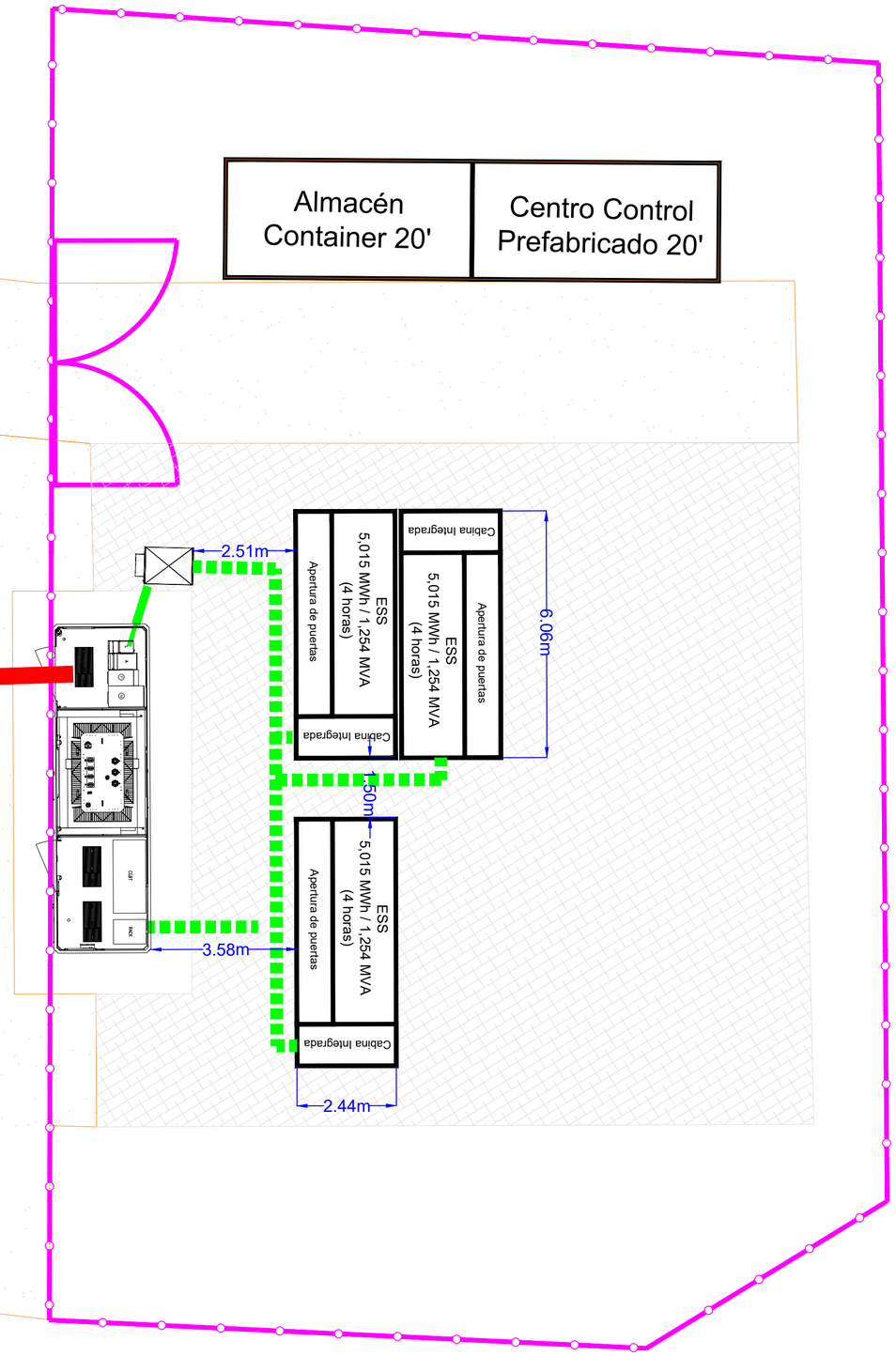
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built





LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1015-GE-DRW-RNX-00-LAYOUT GENERAL.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Línea Evacuación
	Zanjas Baja Tension
	Vial de acceso
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Parcelas Catastro

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: LAYOUT GENERAL

Nº PLANO: 1015-GE

HOJA: 3 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:100

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

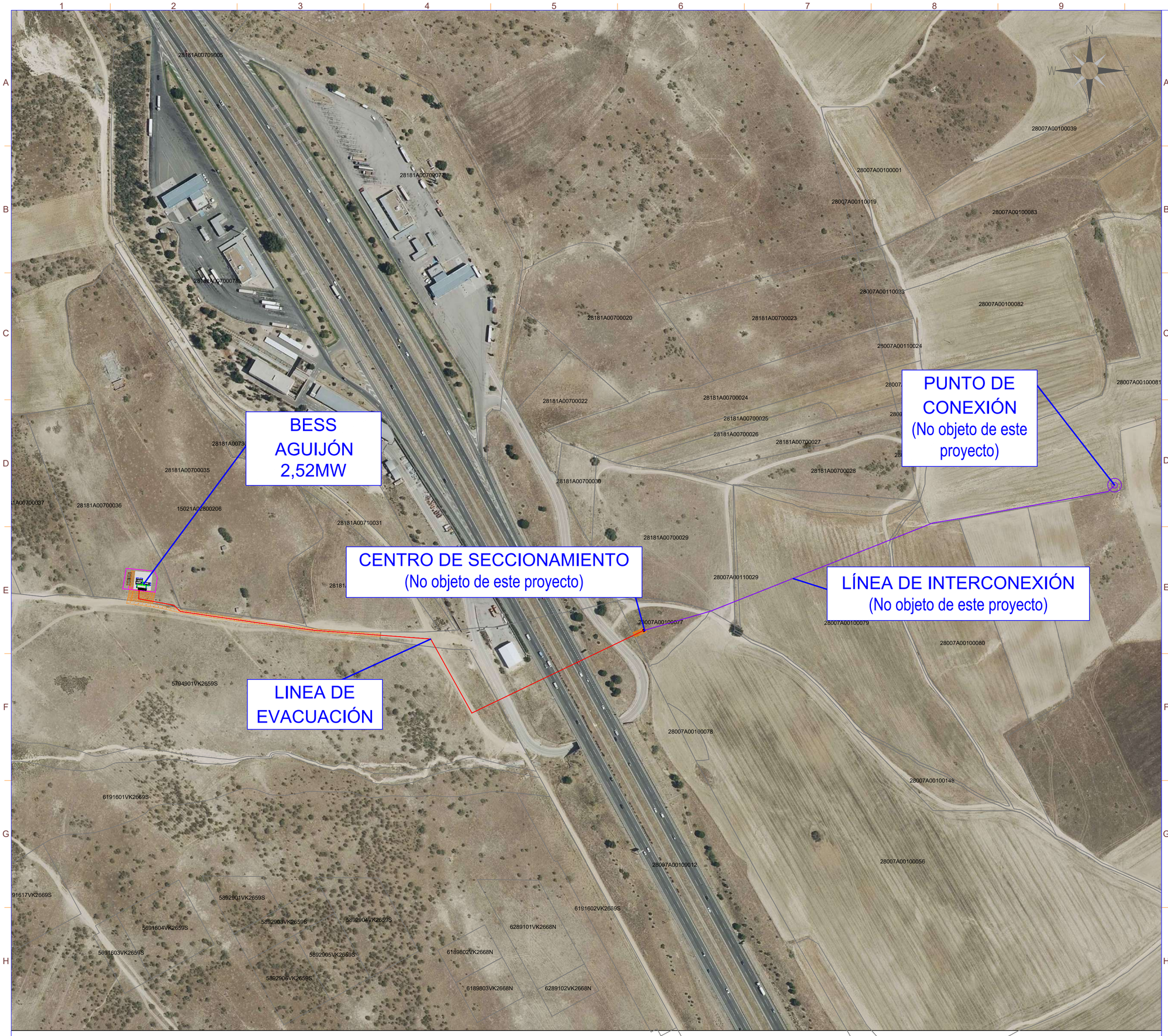
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B138035107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1020-GE-DRW-RNX-00-LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Línea Evacuación
	Línea de Interconexión
	Zanjas Baja Tension
	Vial de acceso
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Parcelas Catastro
	Centro de Seccionamiento
	Punto de conexión

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO

Nº PLANO: 1020-GE

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:2500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

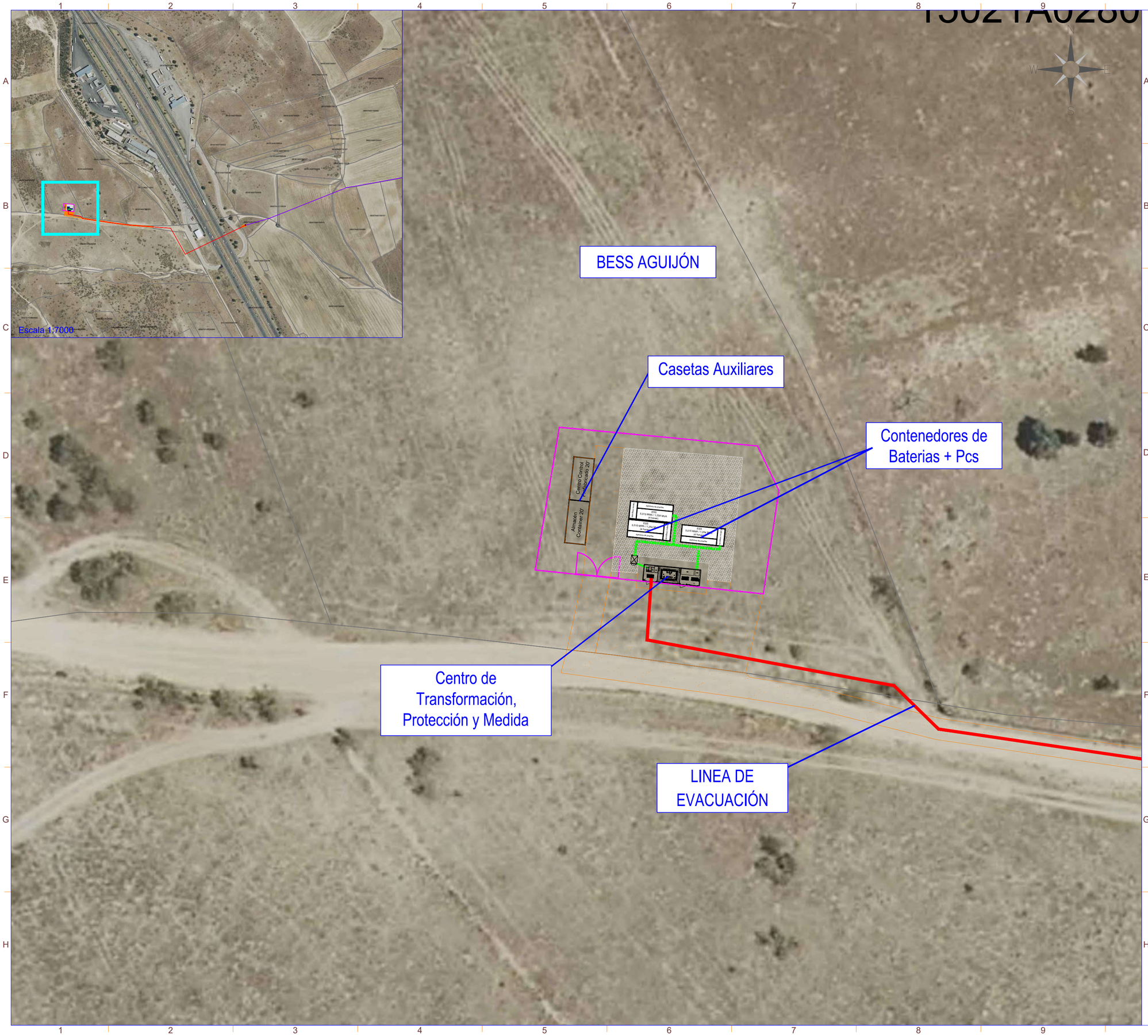
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1020-GE-DRW-RNX-00-LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Línea Evacuación
	Zanjas Baja Tension
	Vial de acceso
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Parcelas Catastro
	Centro de Seccionamiento

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO

Nº PLANO: 1020-GE

HOJA: 2 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:350

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

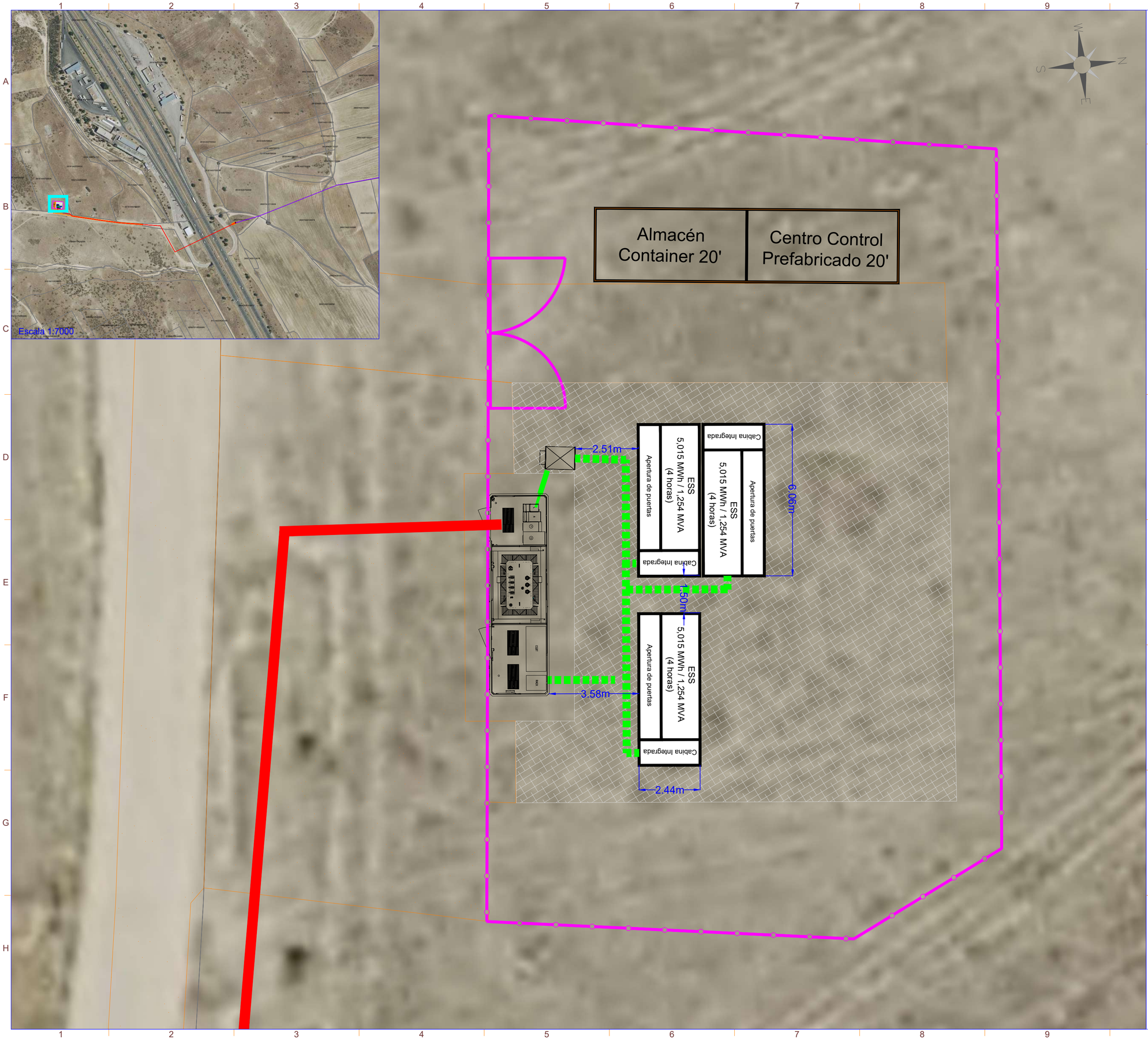
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1020-GE-DRW-RNX-00-LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Línea Evacuación
	Zanjas Baja Tension
	Vial de acceso
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Parcelas Catastro

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO

Nº PLANO: 1020-GE

HOJA: 3 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:100

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1020-GE-DRW-RNX-00-ACCESO.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Vial de acceso
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: ACCESO

Nº PLANO: 1025-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:2000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	04.06.2025	J.I.C.

FIRMADO POR:

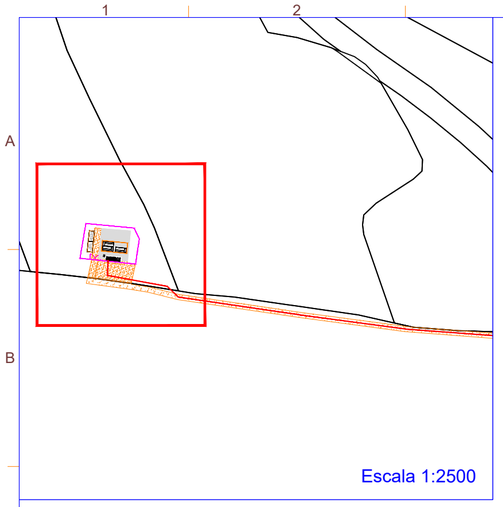
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

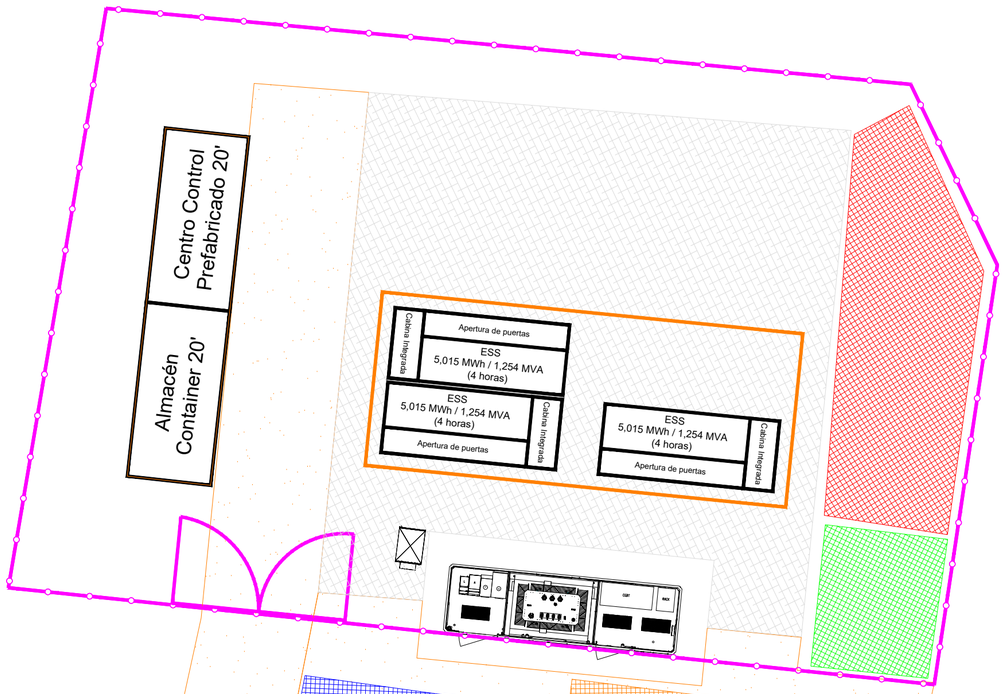
Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built





SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Parking Maquinaria de Obra (55 m2 aprox.)
	Zona de acopio de material (58 m2 aprox.)
	Parking (40 m2 aprox.)
	Zona de Oficinas y Vestuarios (20 m2 aprox.)

N
O E
S

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Almacén y Centro de Control
	Transformador SSAA
	CTPMC
	Centro de Seccionamiento
	Viales internos y de acceso
	Zona de grava

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONAS DE ACOPIO

Nº PLANO: 1030-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:150

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

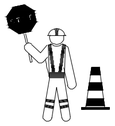
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1030-GE-DRW-RNX-00-INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONA DE ACOPIO.DWG

LEYENDA

SEÑALES

SEÑALES DE OBLIGACION DE ACCESO A OBRA



ABANDERADO

SEÑAL DE OBLIGATORIEDAD

SEÑAL DE SALIDA DE CAMIONES

EXTINTOR

PROHIBIDO ENTRADA PERSONAL AJENO A LA OBRA

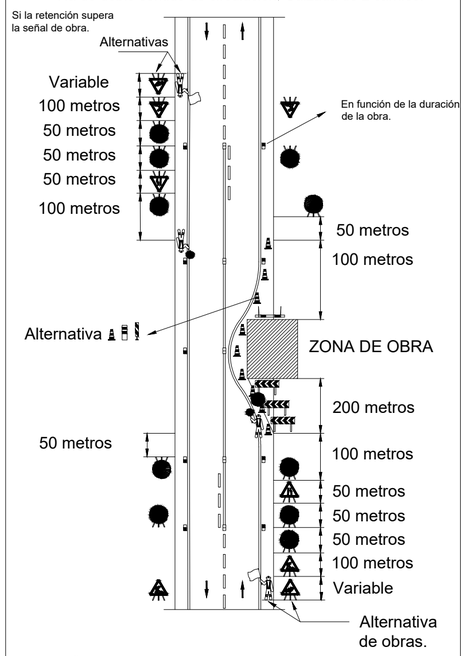
SE COLOCARAN LOS CONTENEDORES EN LA OBRA EN UN LUGAR APROPIADO
EN EL QUE ALMACENAR LOS RESIDUOS ES IMPORTANTE QUE LOS RESIDUOS SE ALMACENEN
JUSTO DESPUES DE QUE SE GENEREN PARA QUE NO SE ENSUCIEN Y SE MEZCLEN
CON OTROS SOBRANTES, DE ESTE MODO FACILITAREMOS SU POSTERIOR RECICLAJE

LOS CONTENEDORES DE OBRA SE SACARAN DE OBRA TAN RAPIDO COMO SEA POSIBLE.

SE HA DE PREVER UN NUMERO SUFICIENTE DE CONTENEDORES
EN ESPECIAL CUANDO LA OBRA GENERA
RESIDUOS CONSTANTEMENTE Y ANTICIPARSE ANTES DE QUE NO HAYA NINGUNO
VACIO DONDE DEPOSITARLOS

SEÑALIZACION DE OBRAS FIJAS

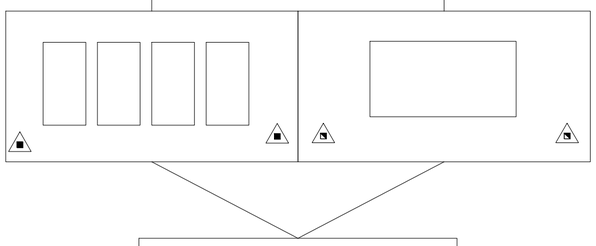
Vía de doble sentido de circulación, Calzada de 2 carriles.



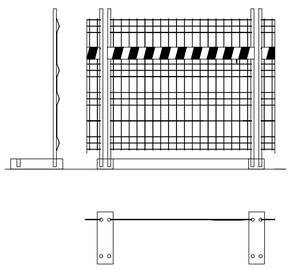
SEÑALIZACION EN CASO DE OCUPAR VIA PUBLICA

ZONA CONTENEDORES

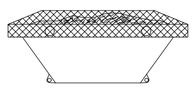
ZONA ACOPIO DE MATERIAL PROVISIONAL EN OBRA
LA ZONA DE ACOPIO
PODRA VARIA EN FUNCION
DE LA EVOLUCION DE LA OBRA.

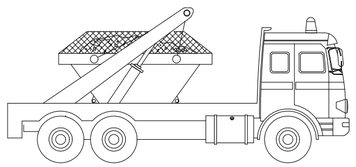


VALLA PERIMETRAL
ZONA
CONTENEDORES Y ACOPIO



TODOS LOS CONTENEDORES
QUE SALGAN DE LA OBRA
IRAN TAPADOS PARA EVITAR
VERTIDOS EN EL EXTERIOR.





EN TODOS LOS CAMIONES SE LIMPIARAN LAS RUEDAS ANTES DE SALIR DE LA OBRA
CON EL FIN DE EVITAR CONTAMINAR LA SALIDA DE LA OBRA CON RESTOS DE
TIERRAS. CUANDO SEA NECESARIO SE REGARAN LOS ESCOMBROS CON AGUA

RESIDUOS

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONAS DE ACOPIO

Nº PLANO: 1030-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX ENGINEERING

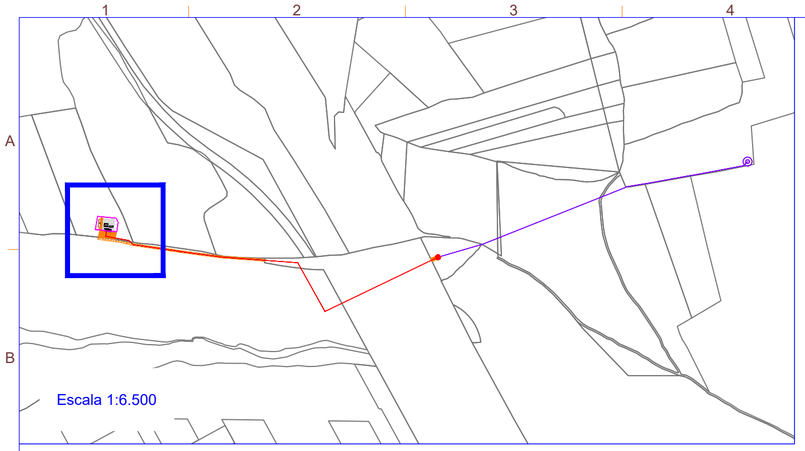
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

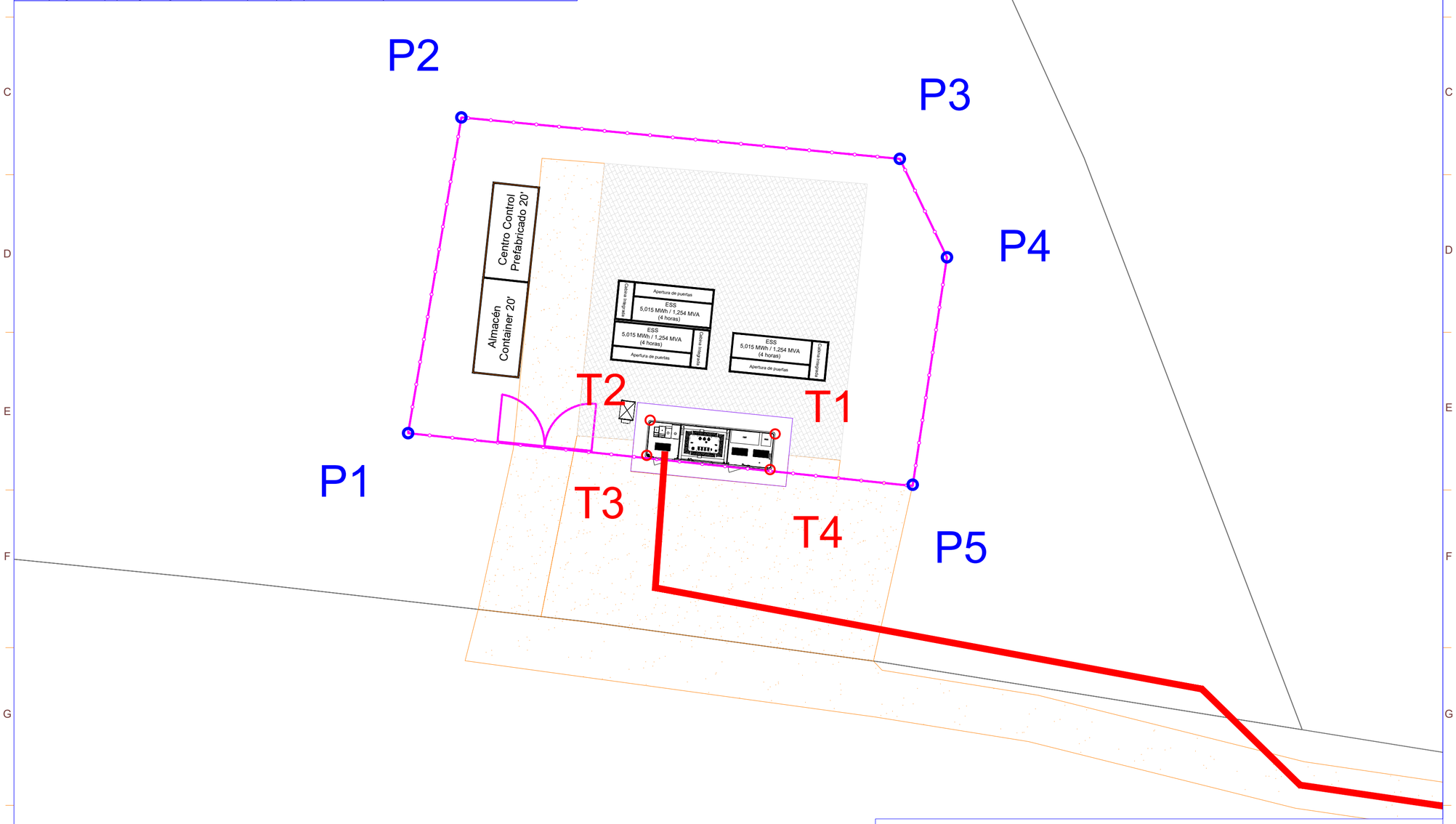
FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1030-GE-DRW-RNX-00-INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONA DE ACOPIO.DWG





LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1035-GE-DRW-RNX-00-COORDENADAS.DWG

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Almacén y Centro de Control
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de Interconexión
	Parcelas Catastro

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

COORDENADAS VALLADO

VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	20.325	86°14'35"	425663.242	4469562.971
P2	P2 - P3	27.953	94°11'39"	425666.627	4469583.011
P3	P3 - P4	6.928	121°0'17"	425694.456	4469580.383
P4	P4 - P5	14.600	145°49'51"	425697.451	4469574.135
P5	P5 - P1	32.203	92°43'38"	425695.278	4469559.698

Area: 641.697 m²
Area: 0.06417 ha
Perimetro: 102.008 ml

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
ESTE	NORTE	PTO
425686.543	4469562.921	T1
425678.610	4469563.791	T2
425678.290	4469561.532	T3
425686.223	4469560.662	T4

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:

COORDENADAS

Nº PLANO	HOJA:
1035-GE	1 DE 2

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:200

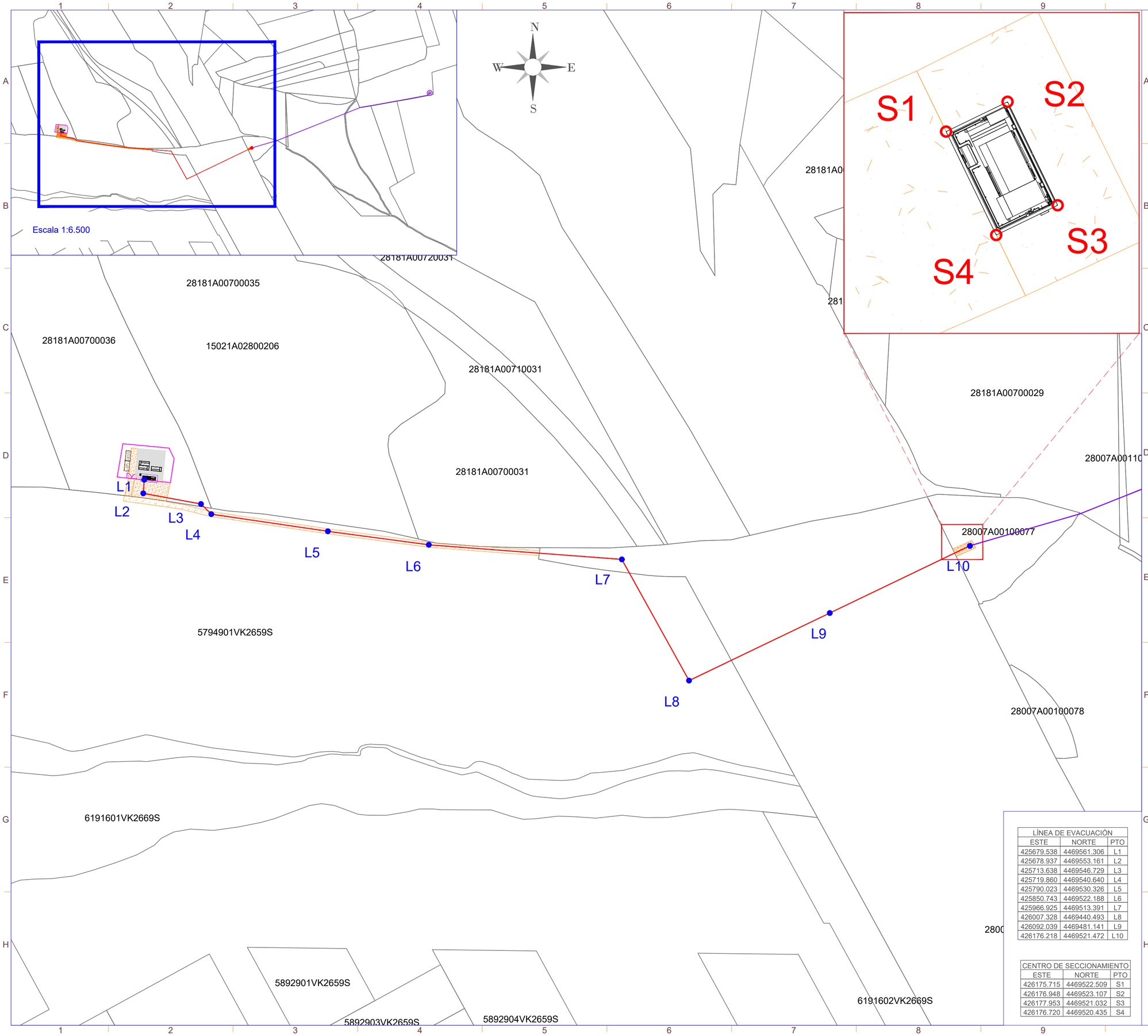
DIBUJADO POR:
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1035-GE-DRW-RNX-00-COORDENADAS.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Almacén y Centro de Control
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de Interconexión
	Parcelas Catastro

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

LÍNEA DE EVACUACIÓN		
ESTE	NORTE	PTO
425679.538	4469561.306	L1
425678.937	4469553.161	L2
425713.638	4469546.729	L3
425719.860	4469540.640	L4
425790.023	4469530.326	L5
425850.743	4469522.188	L6
425966.925	4469513.391	L7
426007.328	4469440.493	L8
426092.039	4469481.141	L9
426176.218	4469521.472	L10

CENTRO DE SECCIONAMIENTO		
ESTE	NORTE	PTO
426175.715	4469522.509	S1
426176.948	4469523.107	S2
426177.953	4469521.032	S3
426176.720	4469520.435	S4

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: COORDENADAS

Nº PLANO: 1035-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1.500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

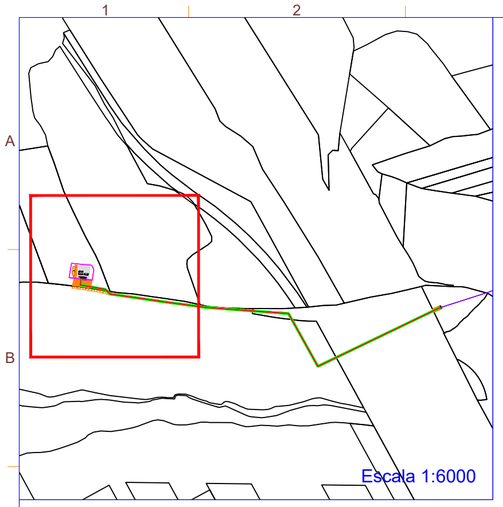
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

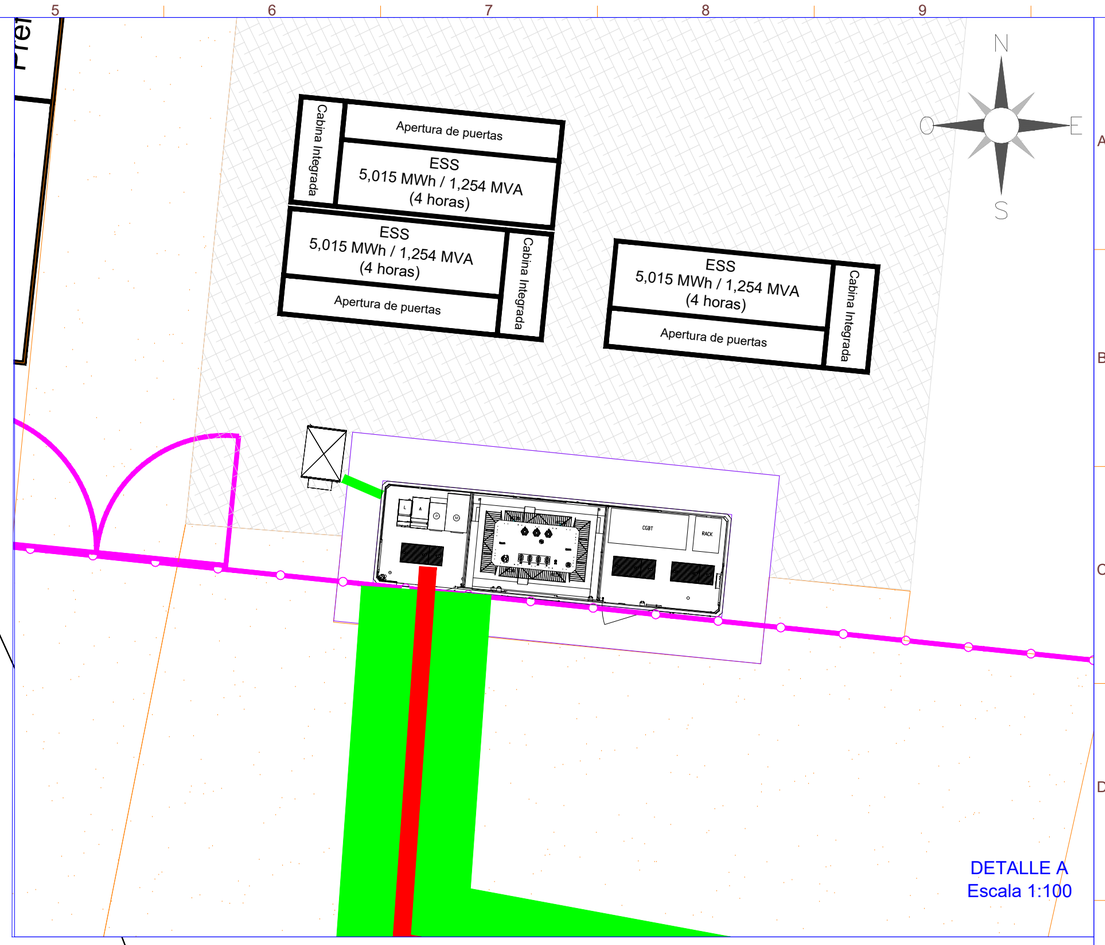
Renerix ENGINEERING

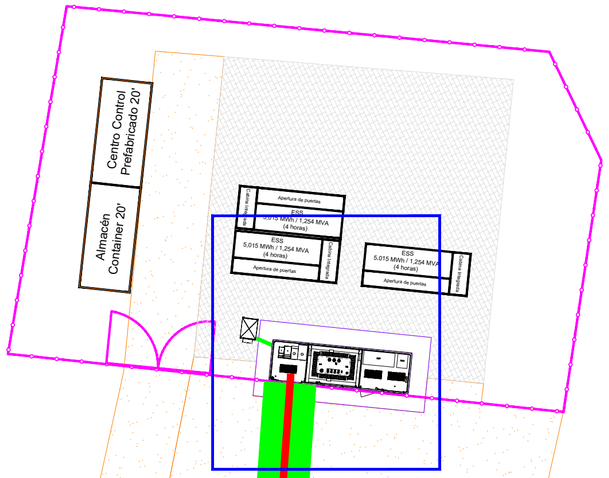
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built







LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Almacén y Centro de Control
	Transformador SSAA
	CTPMC
	Centro de Seccionamiento
	Viales internos y de acceso
	Zona de grava
	Línea de Evacuación
	Servidumbre CTPMC
	Servidumbres Línea de Extensión

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

	LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (LESMT)				CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL		
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Nº de ORDEN	PLANTA (ÁREA VALLADO) (m2)	VIAL (m2)	LESMT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LESMT (m2)	SERVIDUMBRE DE PASO LESMT (m2)	SERVIDUMBRE TEMPORAL LESMT (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO) (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO + ACERA) (m2)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (A + B + E + H) (m2)

Nº de ORDEN	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m2)	USO	ID	PLANTA (ÁREA VALLADO) (m2)	VIAL (m2)	LESMT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LESMT (m2)	SERVIDUMBRE DE PASO LESMT (m2)	SERVIDUMBRE TEMPORAL LESMT (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO) (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO + ACERA) (m2)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (A + B + E + H) (m2)
1	MADRID	Villaviciosa de Odón	7	36	28181A007000360000SE	14.046	Agrario	-	643	286,82	46,08	18,43	138,24	184,32	14,47	40,95	1.109
2	MADRID	Alcorcón			5794901VK2659S0000ZB	79.709	Urbano	PL RETAMAR DE LA HUERTA 127 Suelo	0	0,00	306,85	122,74	920,55	1227,40	0,00	0,00	921
3	MADRID	Alcorcón	1	9.012	28007A001090120000UE	82.305	Agrario		0	0,00	208,52	83,41	625,57	834,10	0,00	0,00	626
4	MADRID	Alcorcón	1	77	28007A001000770000UD	3.361	Agrario		0	0,00	10,63	4,25	31,90	42,53	0,00	0,00	32

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: SERVIDUMBRES

Nº PLANO: 1040-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2" (A4 A3 A2 A1 A0)

ESCALA: 1:250

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	03.06.2025	J.C.R.

FIRMADO POR:

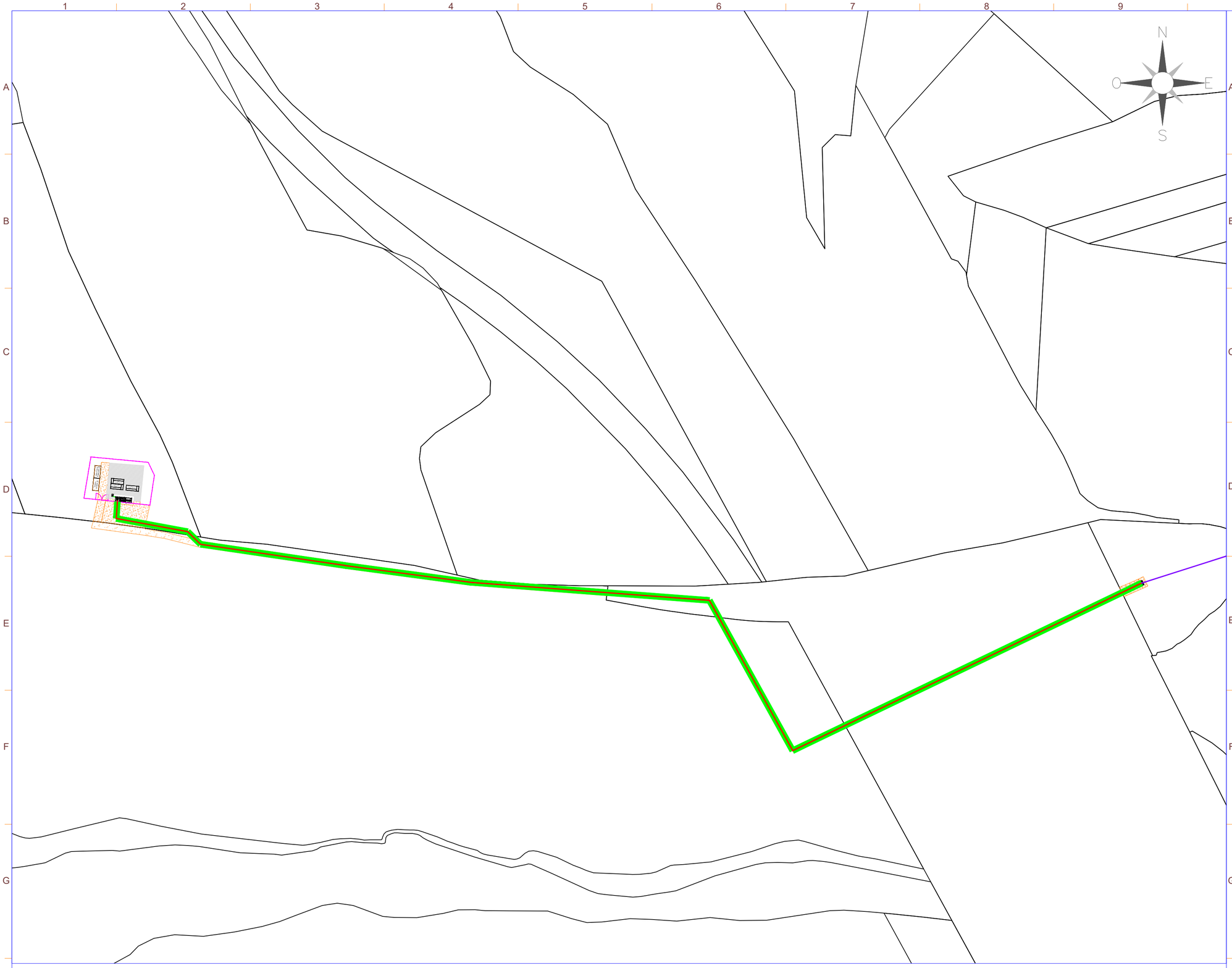
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1040-GE-DRW-RNX-00-SERVIDUMBRES.DWG



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Almacén y Centro de Control
	Transformador SSAA
	CTPMC
	Centro de Seccionamiento
	Viales internos y de acceso
	Zona de grava
	Línea de Evacuación
	Línea de Interconexión
	Servidumbres Línea de Evacuación

Potencia Instalada : 3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.): 3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS: SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor: 1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor: 5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor: 3 ud
Potencia Total: 3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total: 15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga: ≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor: SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor: 210 kW
Cantidad Inversor: 18 ud
Potencia Total Inversor: 3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador: 3.800 kVA
Cantidad TS: 1 ud
Relación Transformación: 690V/20kV

Municipio: Villaviciosa de Odón
Provincia: Madrid
Pais: España
Sistema de Coordenadas: UTM/ETRS89
Centro Geometrico: X: 425680,622
Y: 4469571,259
H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: SERVIDUMBRES

Nº PLANO 1040-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1300

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	03.06.2025	J.C.R.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

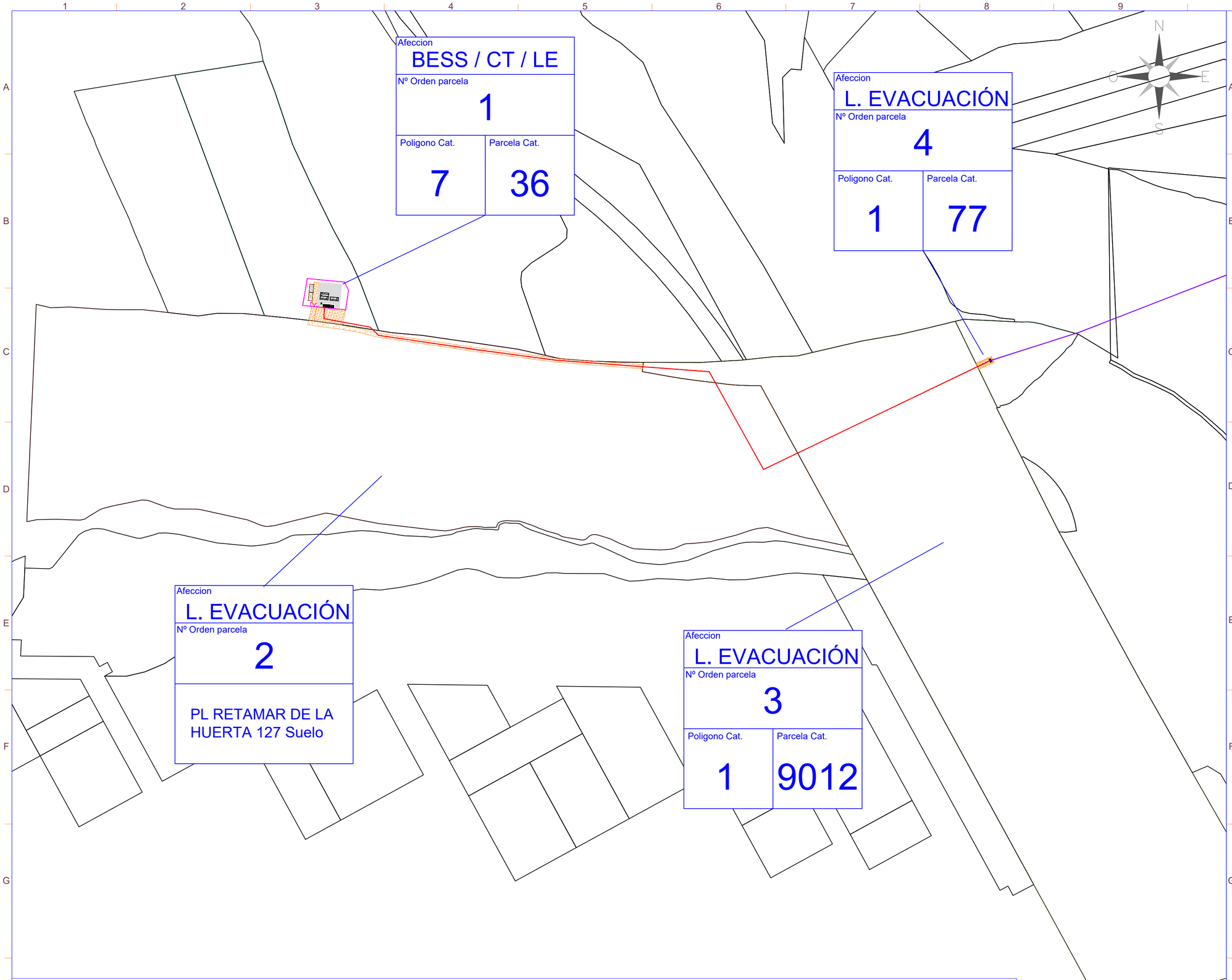
Renerix ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

											LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (LESMT)				CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL		
									A	B	C	D	E	F	G	H	
Nº de ORDEN	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m2)	USO	ID	PLANTA (ÁREA VALLADO) (m2)	VIAL (m2)	LESMT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LESMT (m2)	SERVIDUMBRE DE PASO LESMT (m2)	SERVIDUMBRE TEMPORAL LESMT (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO) (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO + ACERA) (m2)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (A + B + E + H) (m2)
1	MADRID	Villaviciosa de Odón	7	36	28181A007000360000SE	14.046	Agrario	-	643	286,82	46,08	18,43	138,24	184,32	14,47	40,95	1.109
2	MADRID	Alcorcón			5794901VK2659S0000ZB	79.709	Urbano	PL RETAMAR DE LA HUERTA 127 Suelo	0	0,00	306,85	122,74	920,55	1227,40	0,00	0,00	921
3	MADRID	Alcorcón	1	9.012	28007A001090120000UE	82.305	Agrario		0	0,00	208,52	83,41	625,57	834,10	0,00	0,00	626
4	MADRID	Alcorcón	1	77	28007A001000770000UD	3.361	Agrario		0	0,00	10,63	4,25	31,90	42,53	0,00	0,00	32

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1040-GE-DRW-RNX-00-SERVIDUMBRES.DWG



											LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (LESMT)				CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL		
									A	B	C	D	E	F	G	H	
Nº de ORDEN	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m2)	USO	ID	PLANTA (ÁREA VALLADO) (m2)	VIAL (m2)	LESMT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LESMT (m2)	SERVIDUMBRE DE PASO LESMT (m2)	SERVIDUMBRE TEMPORAL LESMT (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO) (m2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO + ACERA) (m2)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (A + B + E + H) (m2)
1	MADRID	Villaviciosa de Odón	7	36	28181A007000360000SE	14.046	Agrario	-	643	286,82	46,08	18,43	138,24	184,32	14,47	40,95	1.109
2	MADRID	Alcorcón			5794901VK2659S0000ZB	79.709	Urbano	PL RETAMAR DE LA HUERTA 127 Suelo	0	0,00	306,85	122,74	920,55	1227,40	0,00	0,00	921
3	MADRID	Alcorcón	1	9.012	28007A001090120000UE	82.305	Agrario		0	0,00	208,52	83,41	625,57	834,10	0,00	0,00	626
4	MADRID	Alcorcón	1	77	28007A001000770000UD	3.361	Agrario		0	0,00	10,63	4,25	31,90	42,53	0,00	0,00	32

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Almacén y Centro de Control
	Transformador SSAA
	CTPMC
	Centro de Seccionamiento
	Viales internos y de acceso
	Zona de grava
	Línea de Evacuación

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: PLANO CATASTRAL

Nº PLANO: 1041-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:2000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1041-GE-DRW-RNX-00-PLANO CATASTRAL.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1045-GE-DRW-RNX-00-AFECCION AYUNTAMIENTO.DWG

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zanja Línea Evacuación
	Vial interior de Planta
	Zona de grava

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:

AFECCIONES AYUNTAMIENTO

Nº PLANO	HOJA:
1045-GE	1 DE 2

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1300

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

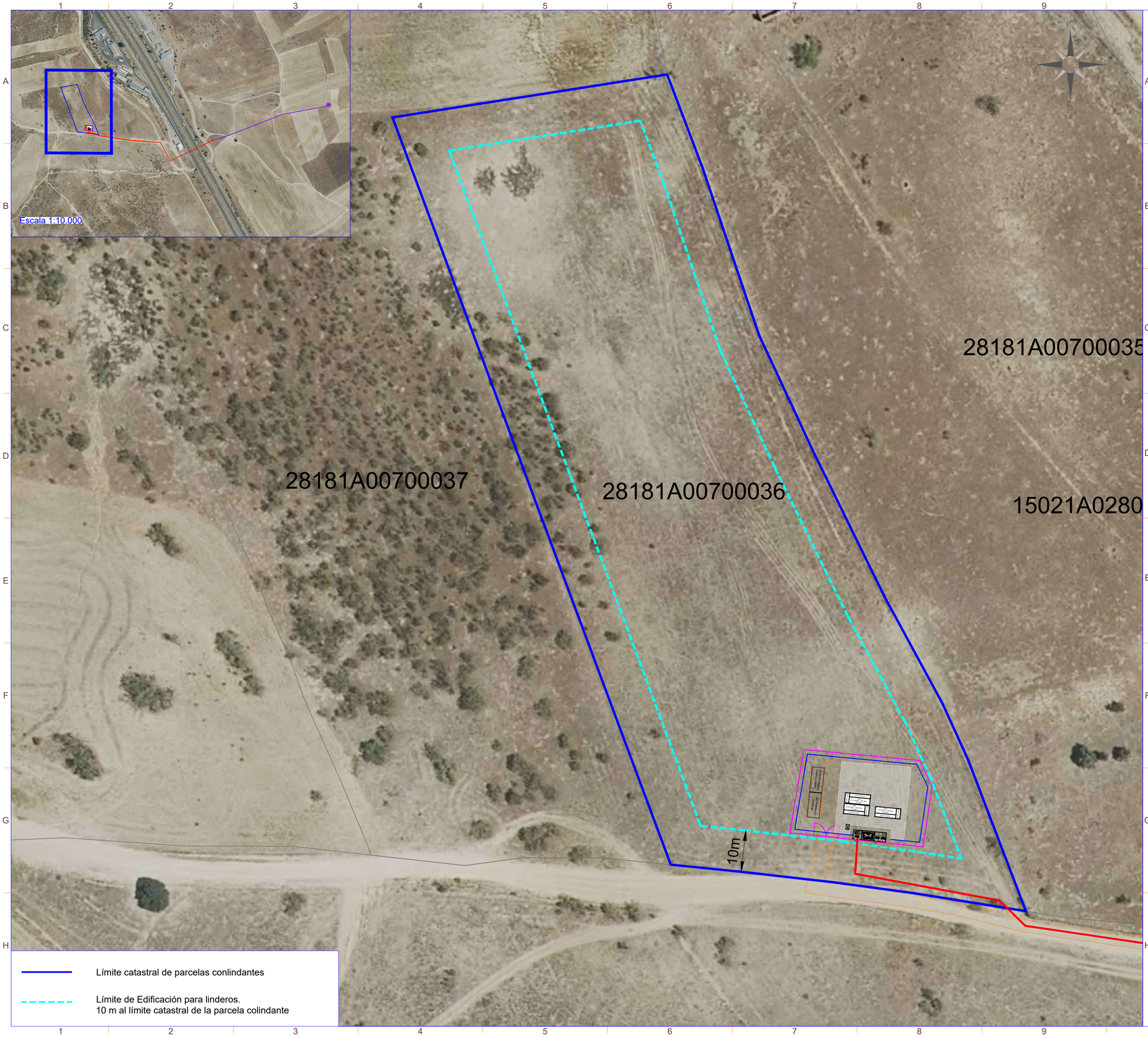
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1045-GE-DRW-RNX-00-AFECCION AYUNTAMIENTO.DWG

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zanja Línea Evacuación
	Vial interior de Planta
	Zona de grava

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: AFECCIONES AYUNTAMIENTO

Nº PLANO: 1045-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:600

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

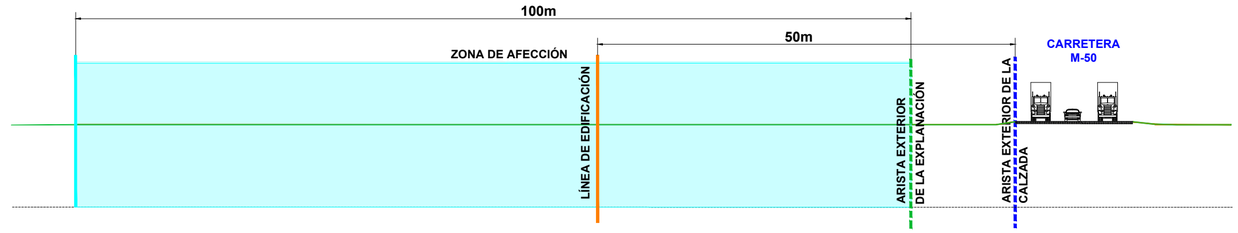
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

Línea de edificabilidad carrretera M-50
50 m desde la arista exterior de la calzada

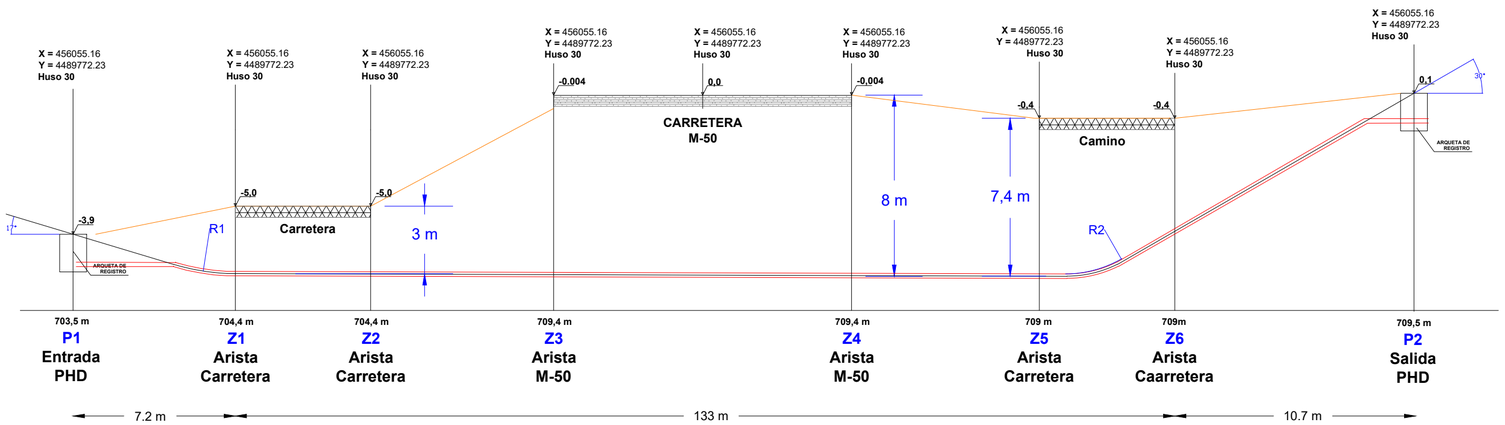
Arista exterior de la calzada

Arista exterior de explanación

Zona de afección



PERFORACION HORIZONTAL DIRIGIDA EN M50



Entrada y Salida de PHD

UTM ETRS89 HUSO 30		
X	Y	PTO
426029.53	4469561.81	P1
426165.51	4469516.40	P2

Cruzamientos con M-50 y carreteras paralelas

UTM ETRS89 HUSO 30		
X	Y	PTO
426035.98	4469454.24	Z1
426043.96	4469458.07	Z2
426077.73	4469474.27	Z3
426118.94	4469494.05	Z4
426146.5	4469507.27	Z5
426155.88	4469511.77	Z6

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Almacén y Centro de Control
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de Interconexión
	Parcelas Catastro

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: AFECCIONES CARRETERAS

Nº PLANO: 1046-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:3000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

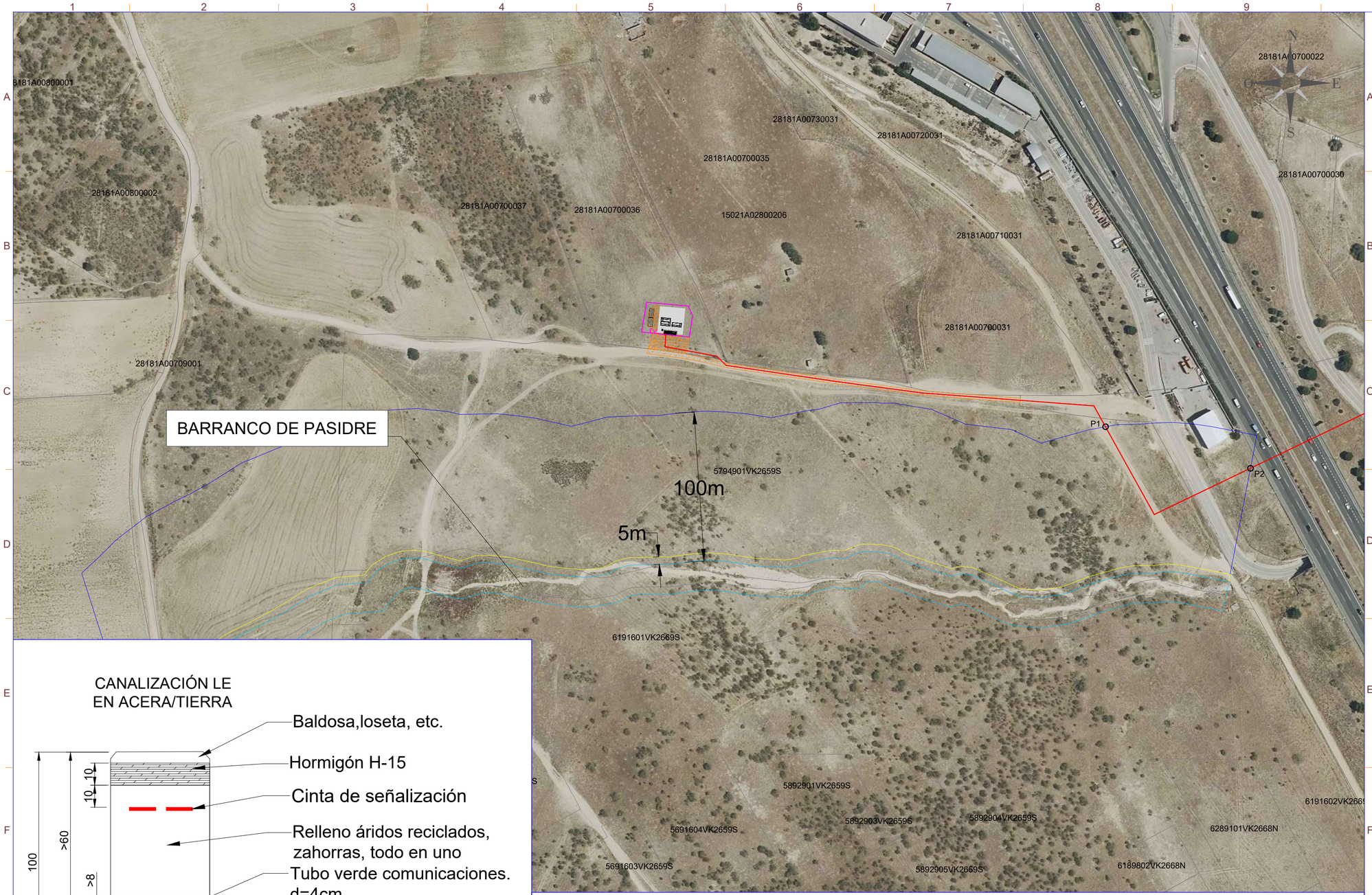
RENERIX SOLAR, SL
B13835107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

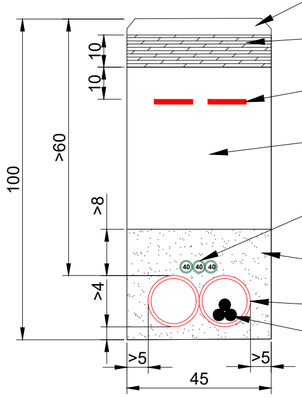
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1046-GE-DRW-RNX-00-AFECCION CARRETERAS.DWG



CANALIZACIÓN LE EN ACERA/TIERRA

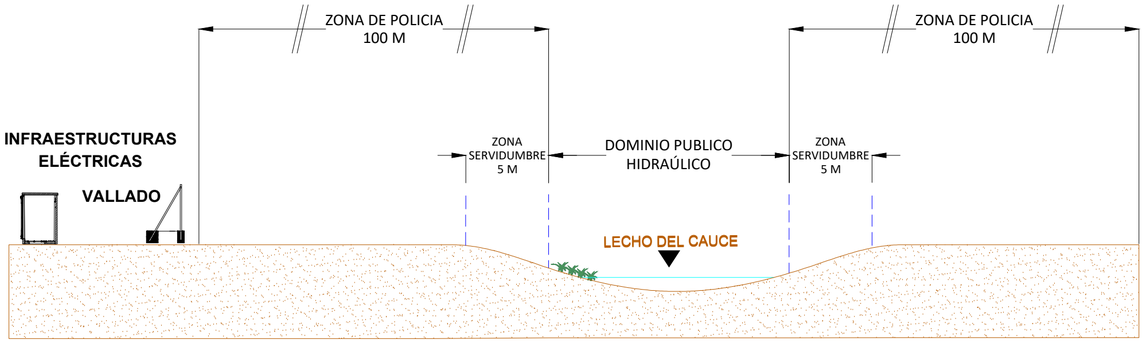


- Baldosa,loseta, etc.
- Hormigón H-15
- Cinta de señalización
- Relleno áridos reciclados, zahorras, todo en uno
- Tubo verde comunicaciones. d=4cm
- Arena de Rio Lavada
- Tubo corrugado. d=16cm
- MV Cables

Límite del cauce.

Zona de servidumbre. 5 m desde el límite del cauce.

Zona de policía. 100 m desde el límite del cauce.



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Almacén y Centro de Control
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de Interconexión
	Parcelas Catastro

COORDENADAS CRUZAMIENTO ZONA DE POLICIA LÍNEA DE EVACUACIÓN:

P1: X=425972.84 Y=4469499.34
P2: X=426070.17 Y=4469471.47

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: AFECCIONES CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

Nº PLANO: 1047-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:2000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

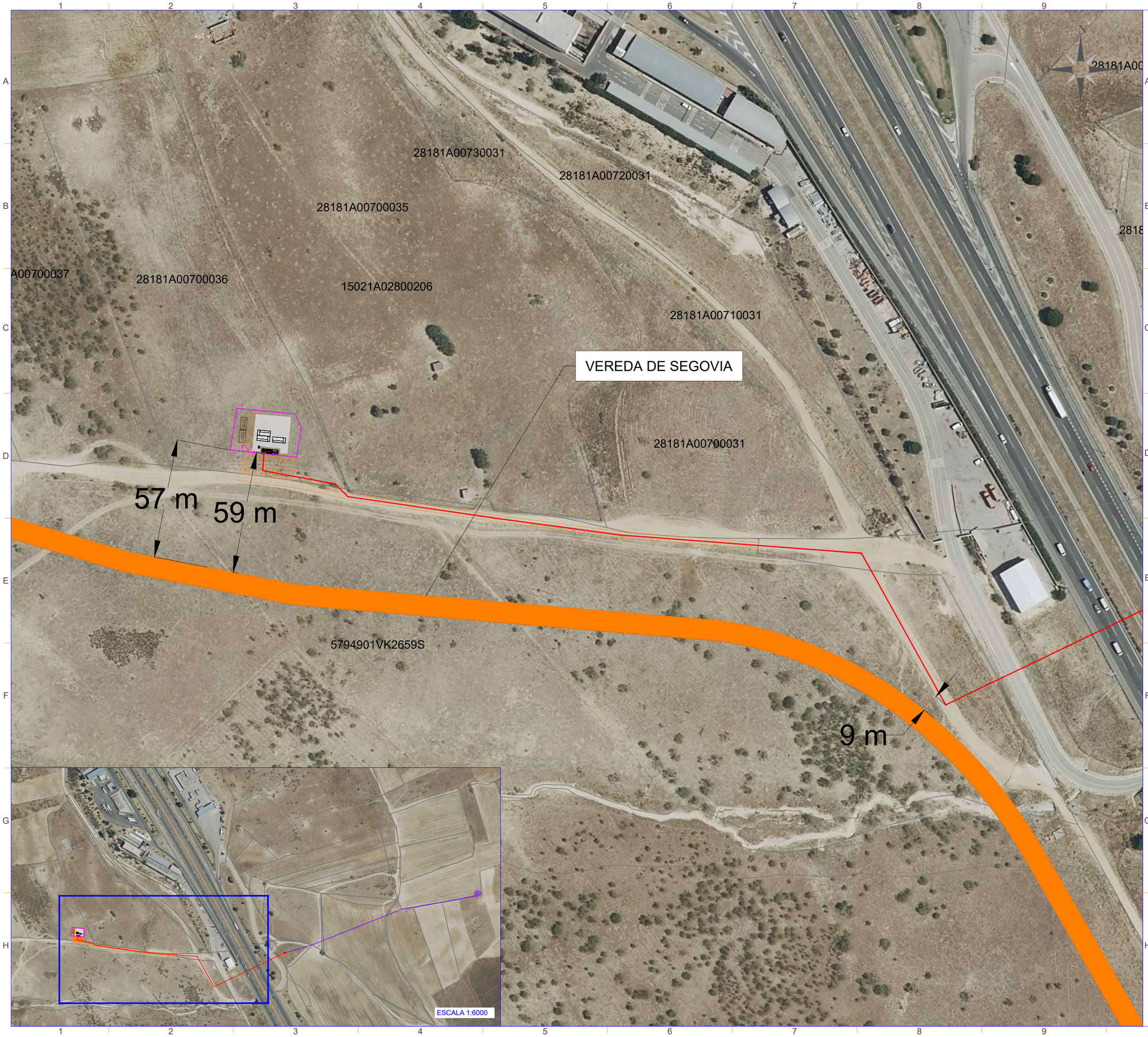
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1047-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES CONFEDERACIÓN.DWG



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1048-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES VÍA PECUARIA.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Almacén y Centro de Control
	Vial interior de Planta
	Línea subterránea de Evacuación
	Línea subterránea de Interconexión
	Parcelas Catastro
	Vía Pecuaria

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: AFECCIONES VÍA PECUARIA

Nº PLANO: 1048-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1200

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

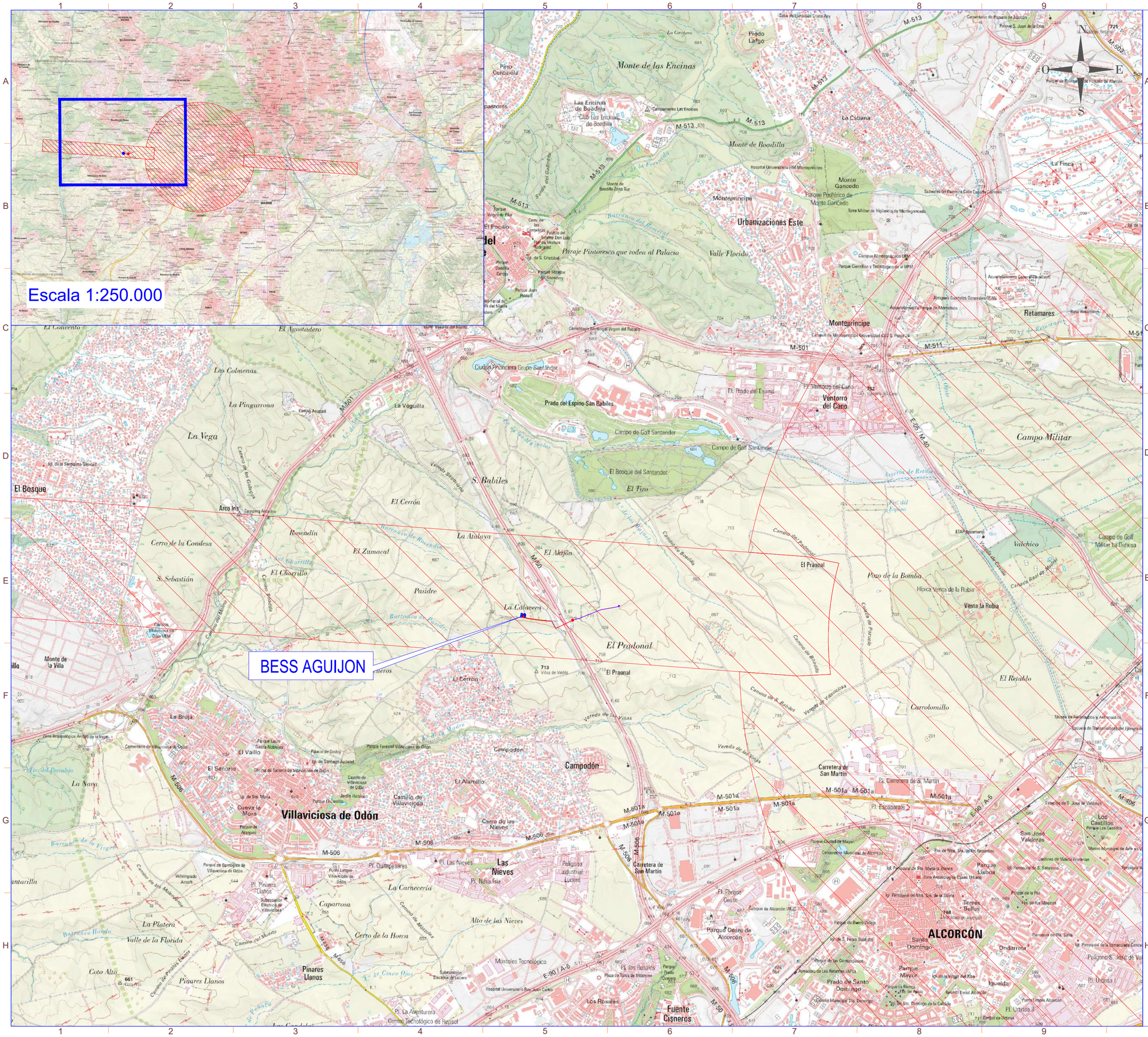
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13825107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1049-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES AEROPUERTO CUATRO VIENTOS.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Almacén y Centro de Control
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de Interconexión
	Parcelas Catastro

Servidumbres de Aeródromo y Radioeléctricas, Aeropuerto Cuatro Vientos

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: AFECCIONES AEROPUERTO CUATRO VIENTOS

Nº PLANO: 1051-GE

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:25.000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

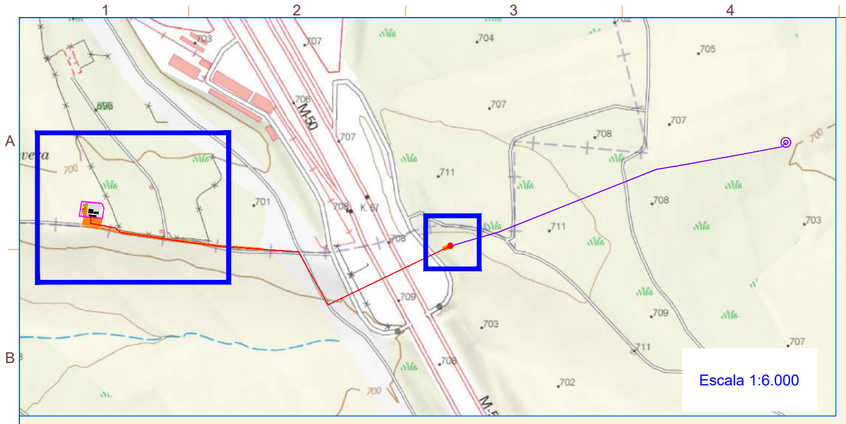
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Técnicos Industriales de Ciudad Real

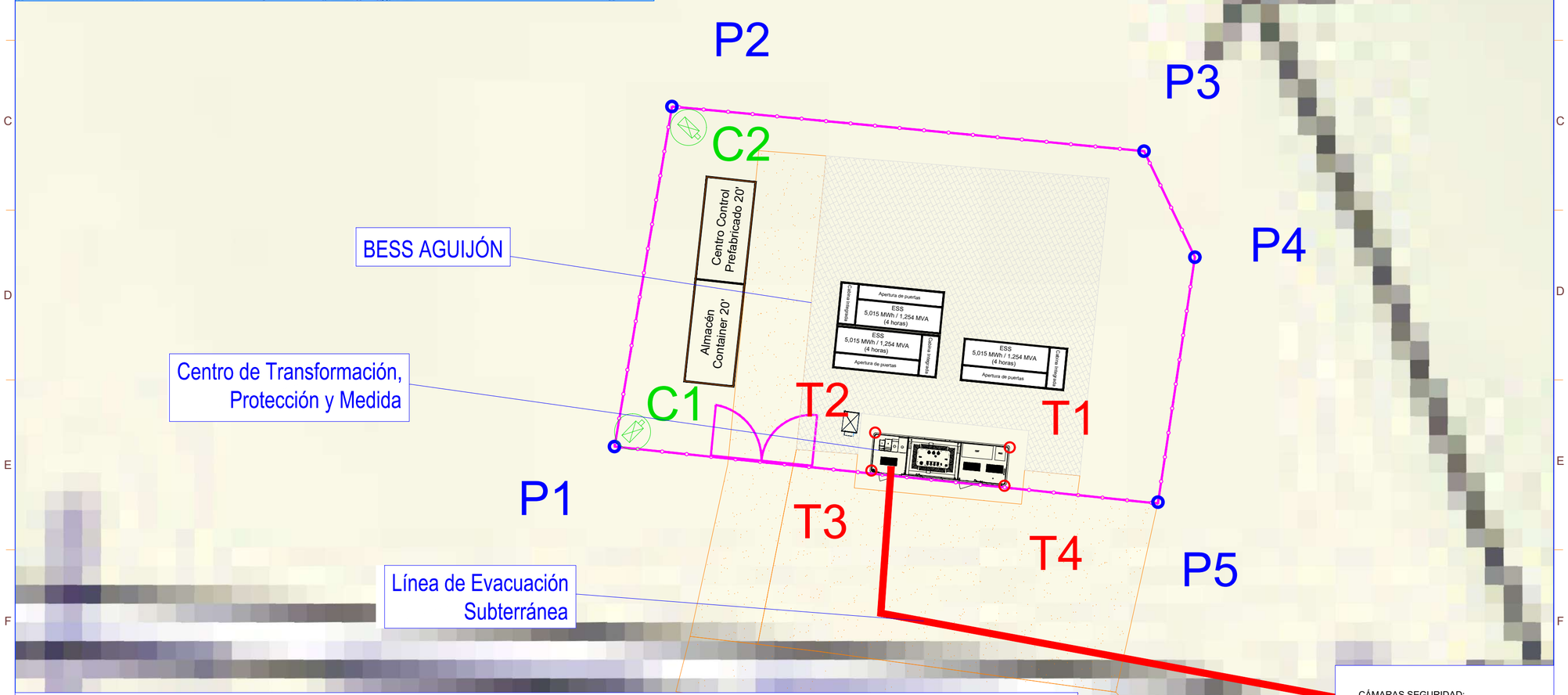
Renerix ENGINEERING

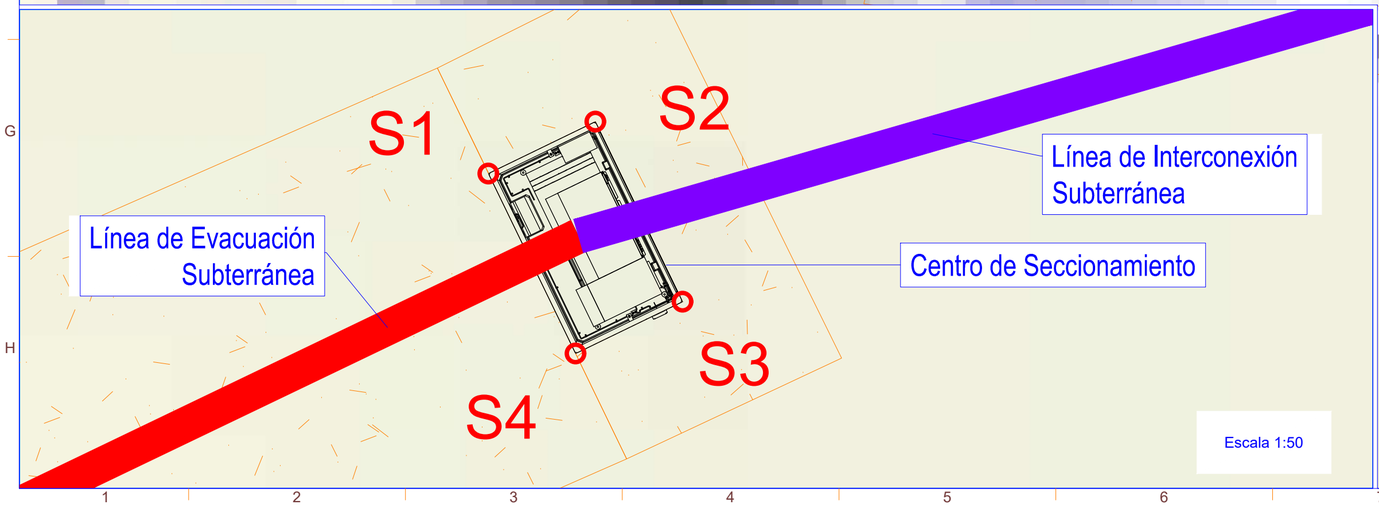
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built







CÁMARAS SEGURIDAD:

C1: X = 425664.12 Y = 4469563.21
C2: X = 425666.96 Y = 4469581.96

CENTRO DE SECCIONAMIENTO		
ESTE	NORTE	PTO
426175.715	4469522.509	S1
426176.948	4469523.107	S2
426177.953	4469521.032	S3
426176.720	4469520.435	S4

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
ESTE	NORTE	PTO
425686.543	4469562.921	T1
425678.610	4469563.791	T2
425678.290	4469561.532	T3
425686.223	4469560.662	T4

VALLADO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	20.325	86°14'35"	425663.242	4469562.971
P2	P2 - P3	27.953	94°11'39"	425666.627	4469583.011
P3	P3 - P4	6.928	121°0'17"	425694.456	4469580.383
P4	P4 - P5	14.600	145°49'51"	425697.451	4469574.135
P5	P5 - P1	32.203	92°43'38"	425695.278	4469559.698

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Almacén y Centro de Control
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de Interconexión
	Parcelas Catastro

Cámara de seguridad CCTV

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: AFECCIONES AEROPUERTO CUATRO VIENTOS

Nº PLANO: 1051-GE

HOJA: 2 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:200

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

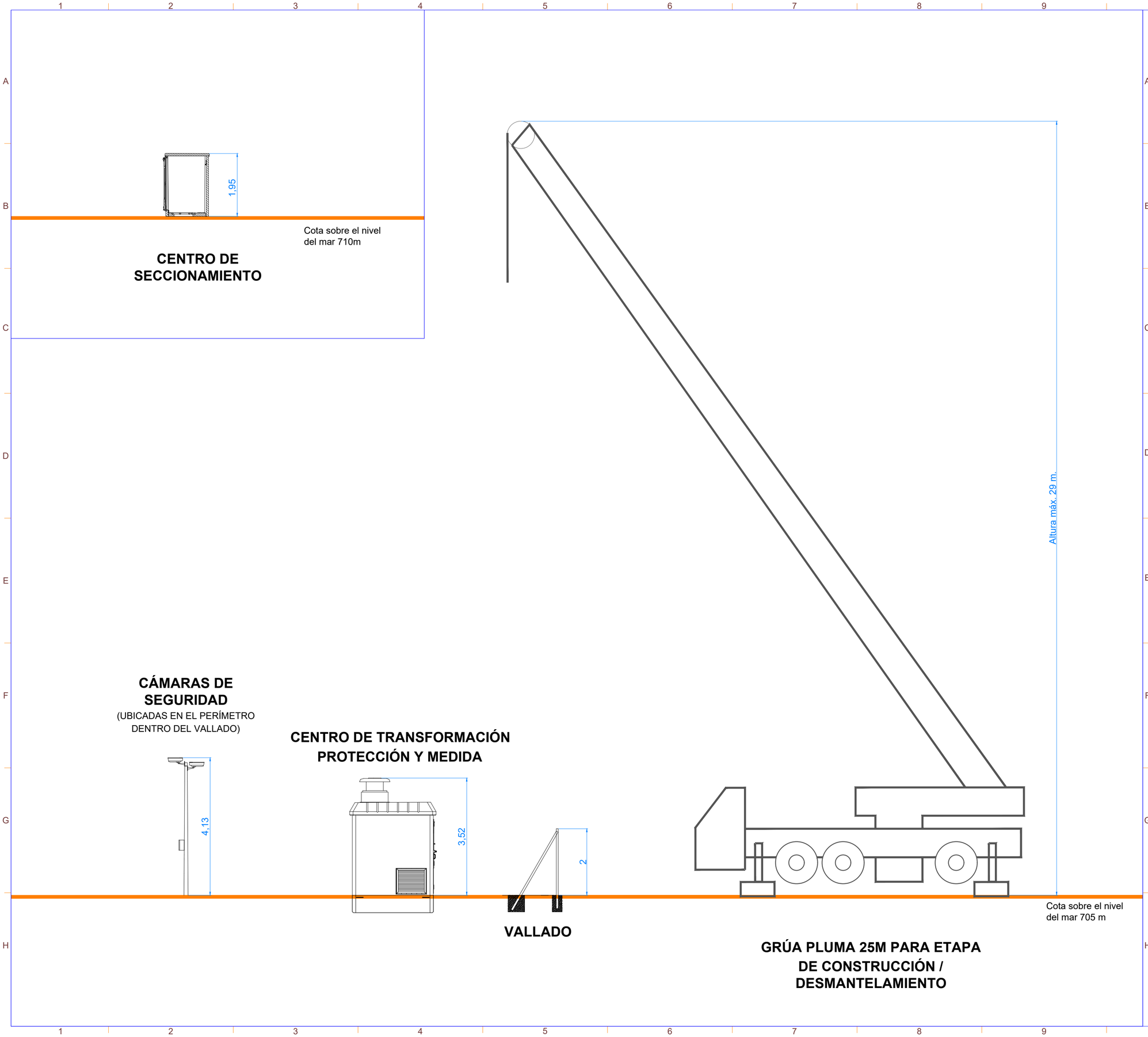
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1049-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES AEROPUERTO CUATRO VIENTOS.DWG



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1049-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES AEROPUERTO CUATRO VIENTOS.DWG

nexer

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: AFECCIONES AEROPUERTO CUATRO VIENTOS

Nº PLANO: 1051-GE

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	07.06.2024	Y.R.G.

FIRMADO POR:

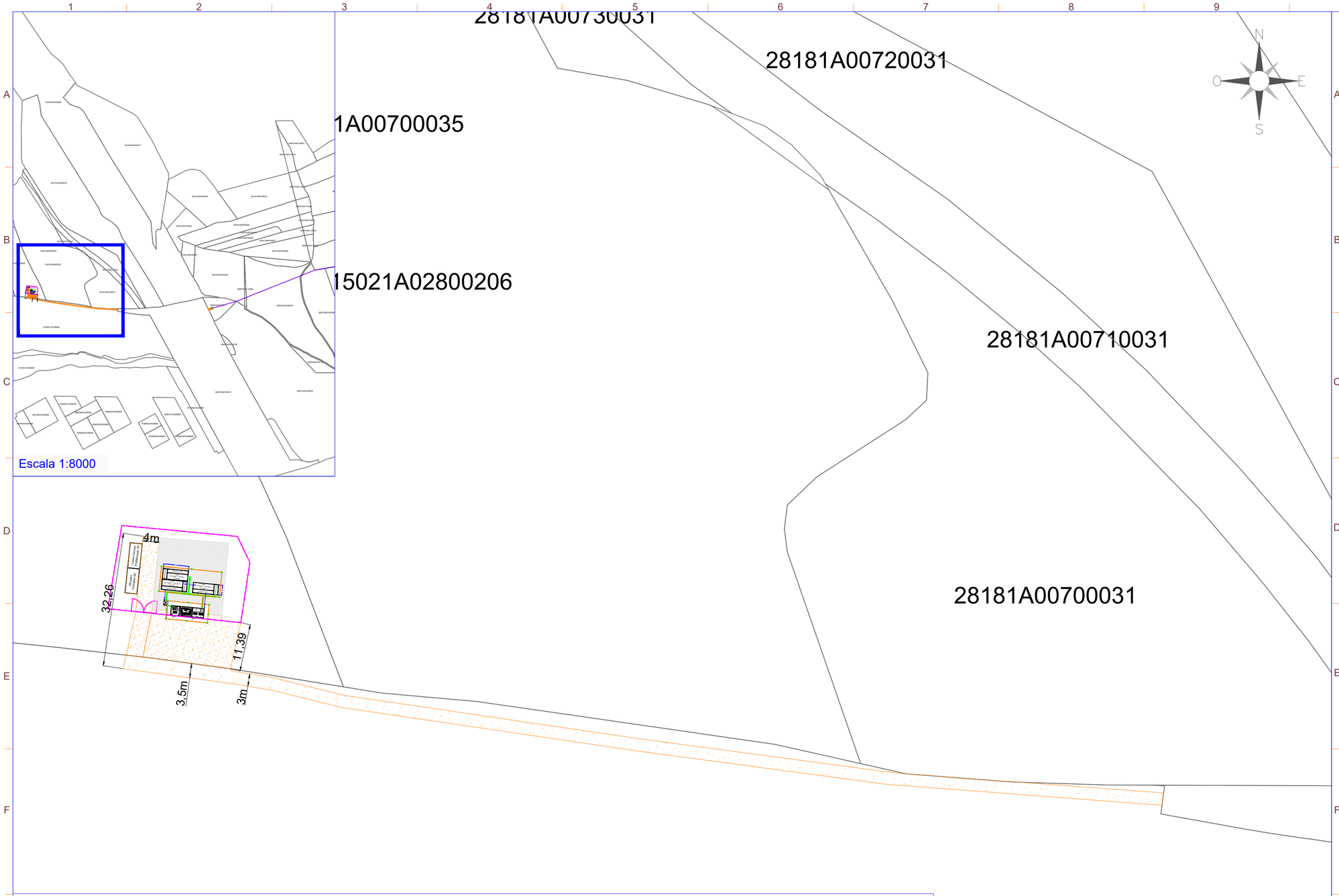
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

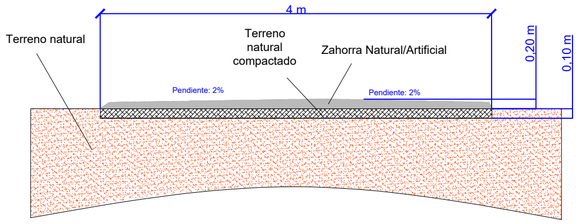
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1105-CV-DRW-RNX-00-OBRA CIVIL.DWG

DETALLE DE SECCIÓN



COMPOSICION:
- Retirada de capa superficial de tierra vegetal
- Terreno natural eliminando la capa de raíces
- Compactación del terreno natural

FIRME:
20 cm de zahorra compactada al 90-95% PN

VIALES DE ACCESO A PLANTA

Cantidad	Descripción
282 m aprox.	Longitud del Camino
888 m²	Área del Camino
177,6 m³	Volumen de material compactado
17,76 m³	Volumen de tierra vegetal
20 cm	Espesor de la capa del camino

EXPLANADA DE ACCESO

Cantidad	Descripción
10 m aprox.	Longitud Explanada
224 m²	Área Explanada
44,8 m³	Volumen de material compactado
4,48 m³	Volumen de tierra vegetal
20 cm	Espesor de la capa

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Vial interior de Planta
	Zona de grava

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: OBRA CIVIL

Nº PLANO: 1105-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:700

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

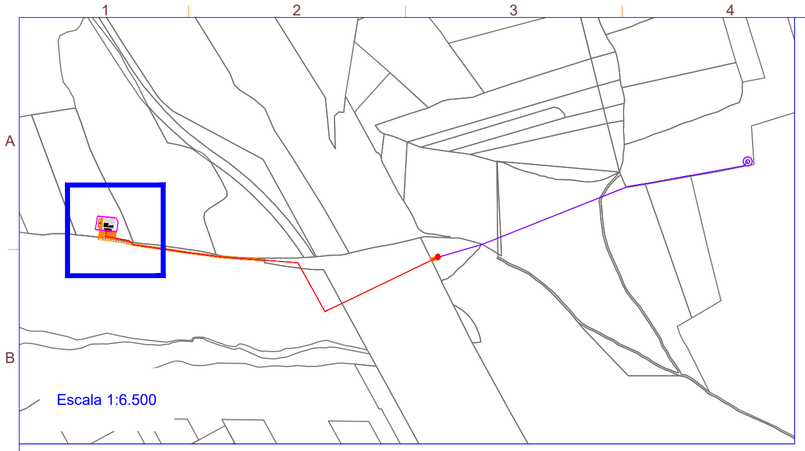
FIRMADO POR:

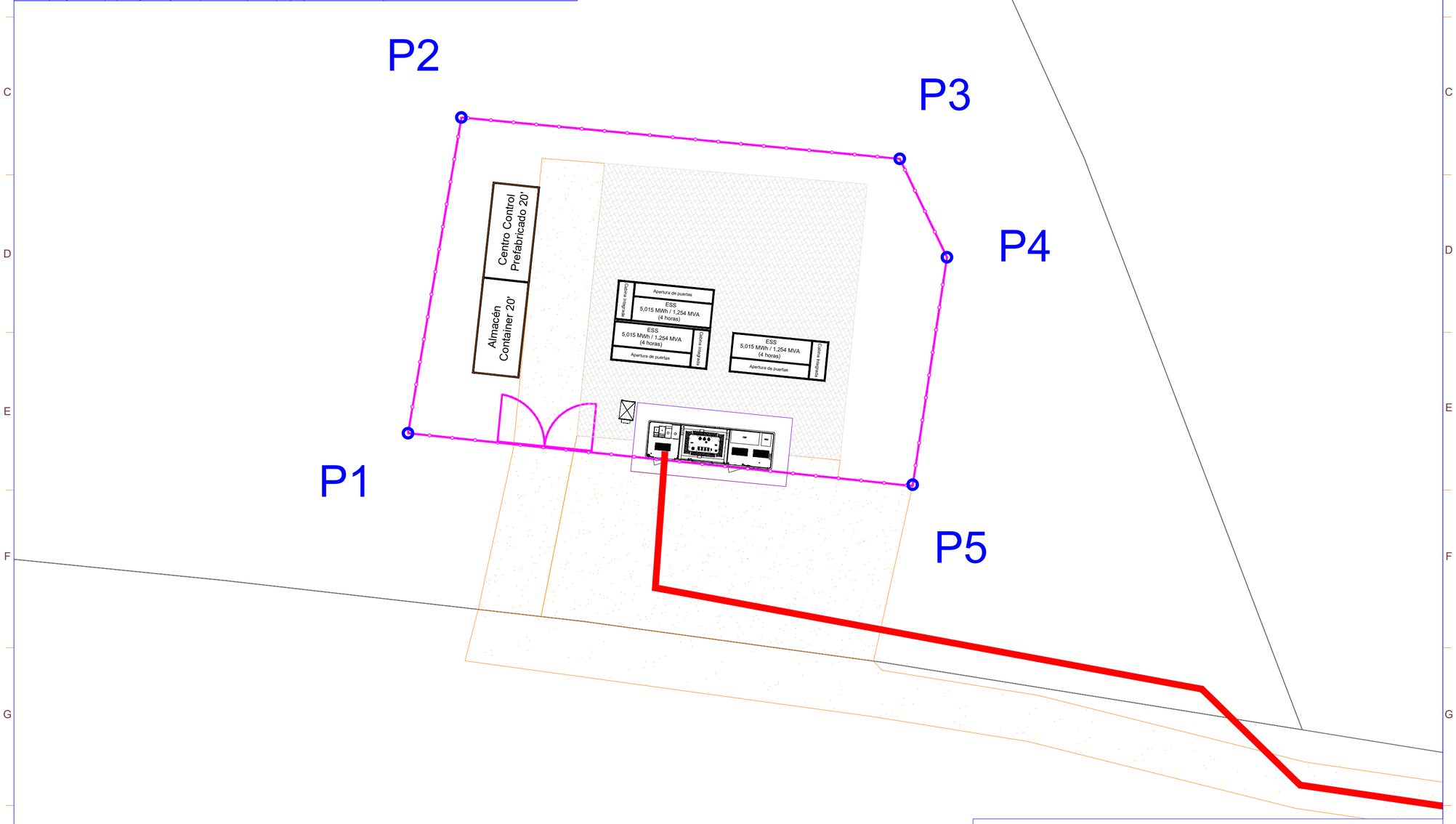
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built





COORDENADAS VALLADO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	20.325	86°14'35"	425663.242	4469562.971
P2	P2 - P3	27.953	94°11'39"	425666.627	4469583.011
P3	P3 - P4	6.928	121°0'17"	425694.456	4469580.383
P4	P4 - P5	14.600	145°49'51"	425697.451	4469574.135
P5	P5 - P1	32.203	92°43'38"	425695.278	4469559.698

Area: 641.697 m²
Area: 0.06417 ha
Perimetro: 102.008 ml

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Almacén y Centro de Control
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Parcelas Catastro

Potencia Instalada : 3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.): 3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS: SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor: 1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor: 5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor: 3 ud
Potencia Total: 3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total: 15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga: ≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor: SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor: 210 kW
Cantidad Inversor: 18 ud
Potencia Total Inversor: 3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador: 3.800 kVA
Cantidad TS: 1 ud
Relación Transformación: 690V/20kV

Municipio: Villaviciosa de Odón
Provincia: Madrid
Pais: España
Sistema de Coordenadas: UTM/ETRS89
Centro Geometrico: X: 425680,622
Y: 4469571,259
H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN
CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: VALLADO

Nº PLANO: 1110-CV
HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0
ESCALA: 1:200

DIBUJADO POR:
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

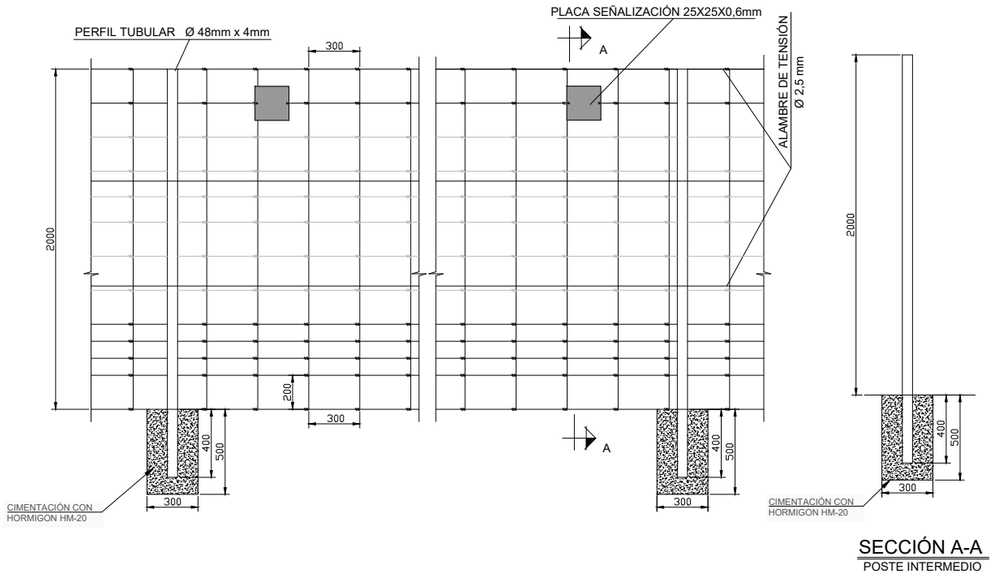
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

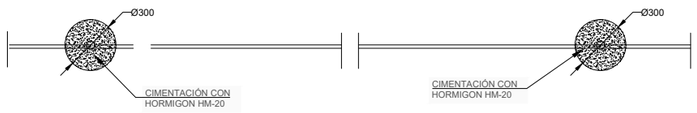
SPA-2025.07-BESS-AGU-1110-CV-DRW-RNX-00-VALLADO.DWG

DETALLE DE VALLADO



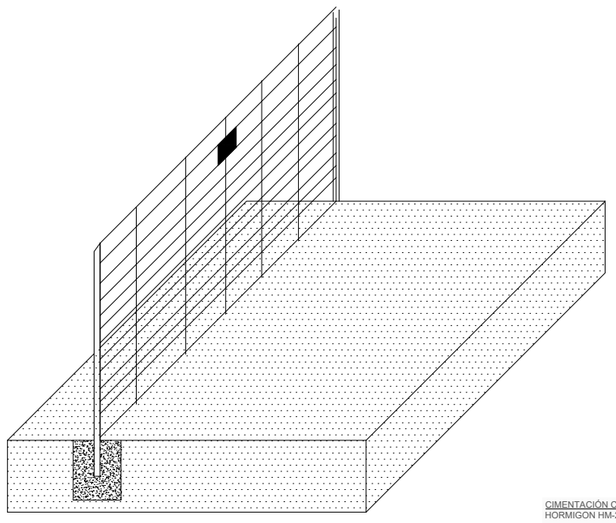
SECCIÓN A-A
POSTE INTERMEDIO

VALLA CERRAMIENTO DE MALLA ANUDADA CINEGETICA 200 cm

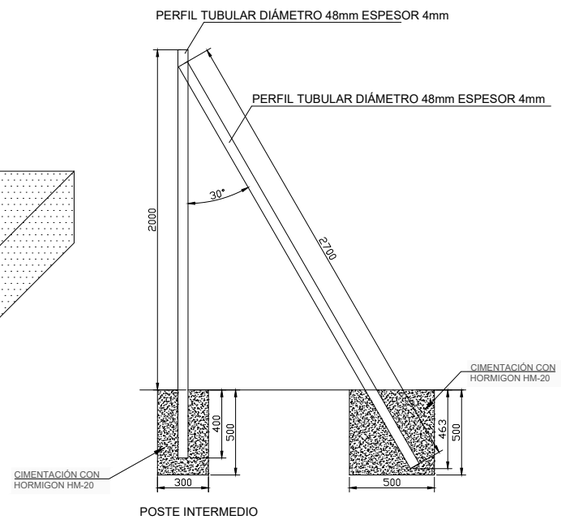


NOTAS:

- El vallado perimetral será permeable a la fauna y especialmente a especies que puedan favorecer el control natural de conejos, dejando un espacio libre desde el suelo de, al menos, 20 cm y con cuadros inferiores de tamaño mínimo de 300 cm^2.
- Para hacerlo visible a la avifauna, se instalarán a lo largo de todo el recorrido y en la parte superior del mismo un Fleje revestido con alta tenacidad, o bien se instalarán placas metálicas o de plástico de 25 cm x 25 cm x 0,6 mm o 2,2 mm de ancho, dependiendo del material. Estas placas se sujetarán al cerramiento en dos puntos con alambre liso acerado para evitar su desplazamiento, colocándose al menos una placa por vano entre postes y con una distribución al tresbolillo en diferentes alturas.
- El vallado carecerá de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similares que puedan dañar a la fauna del entorno.
- No se utilizarán colores llamativos o destellantes y quedará, en la medida de lo posible, integrado en el paisaje.

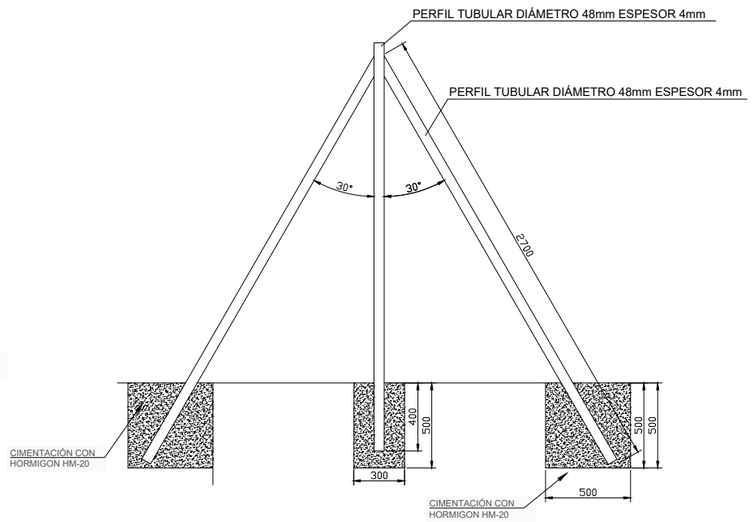


ISOMETRICO VALLADO



POSTE INTERMEDIO

POSTE EN ESQUINA Y EXTREMO



POSTE DE TENSIÓN
POSTE INTERMEDIO

SE COLOCA TAMBIEN EN CAMBIOS DE ALINEACION VERTICAL O EN CAMBIO DE ALINEACION HORIZONTAL CON ANGULO >145°

Nota: Cotas en mm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: DETALLE VALLADO

Nº PLANO: 1115-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "'420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

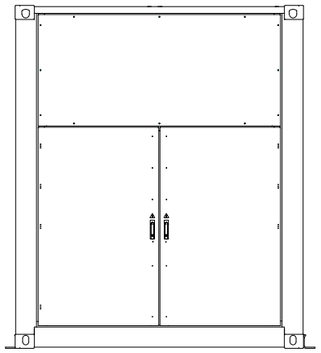
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

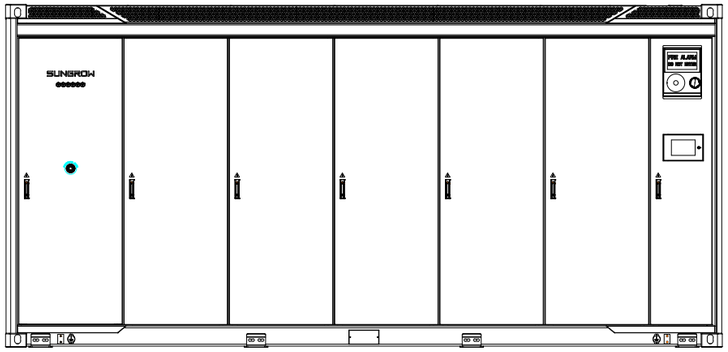
FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

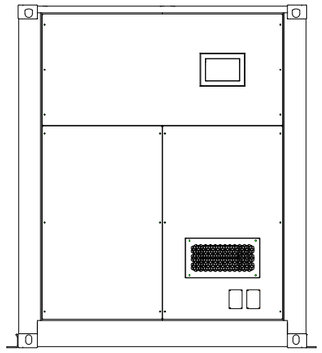
SPA-2025.07-BESS-AGU-1115-CV-DRW-RNX-00-DETALLE VALLADO.DWG



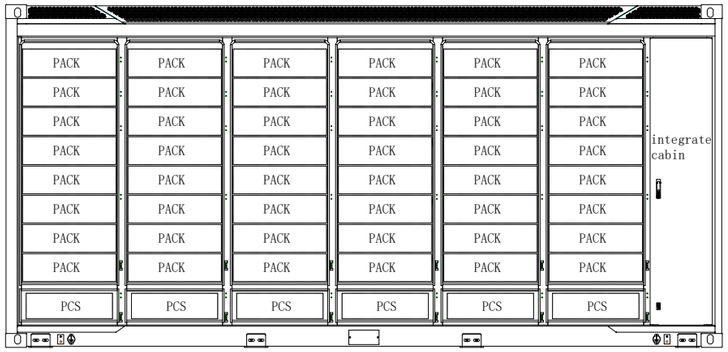
Vista Derecha



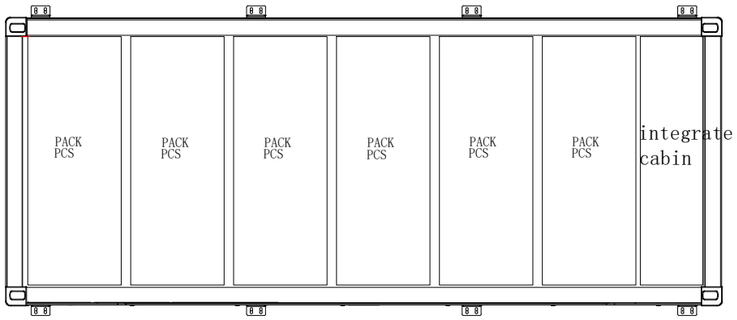
Vista Frontal



Vista Izquierda



Vista Frontal sin cubierta



Vista superior sin cubierta

Nota:
El espacio entre dispositivos debe diseñarse en estricta conformidad con el documento de diseño publicado por SUNGROW.

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1116-CV-DRW-RNX-00-DETALLE ESS+PCS.DWG

nexer

Nota:
Cotas en mm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:
DETALLE ESS + PCS

Nº PLANO	HOJA:
1116-CV	1 DE 3

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

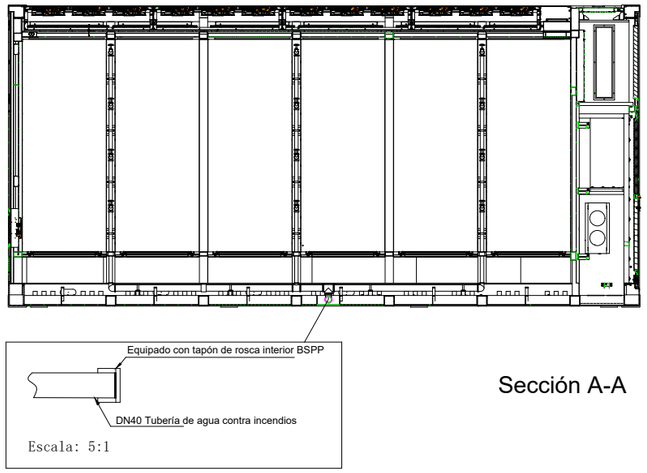
DIBUJADO POR:
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

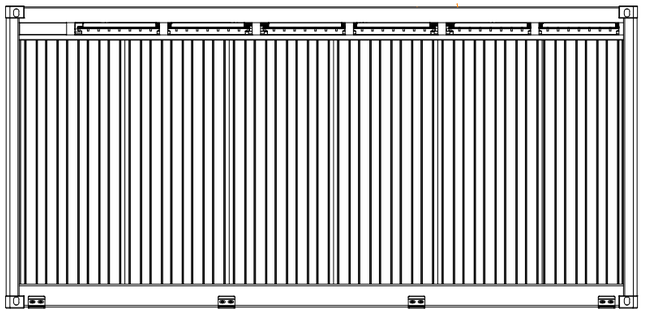
FIRMADO POR:
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

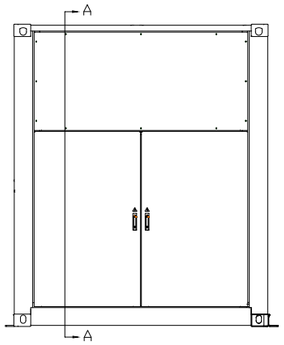
FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



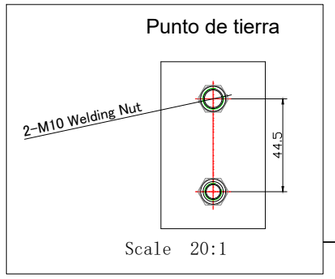
Sección A-A

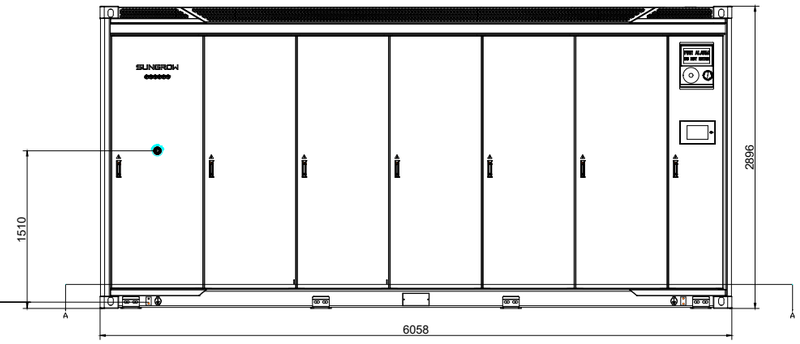


Vista posterior

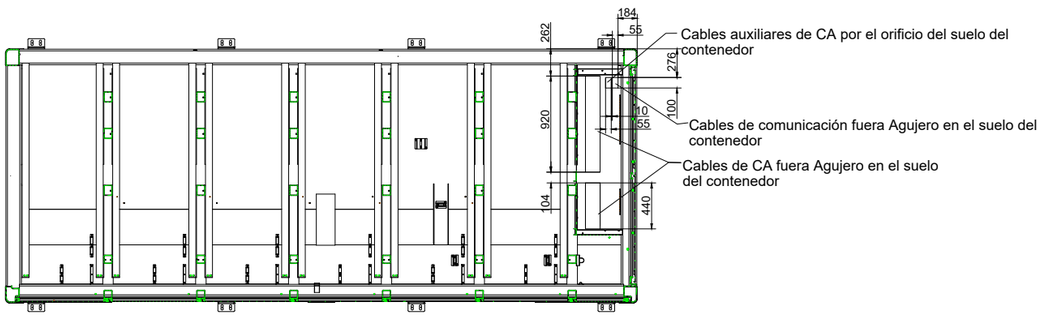


Vista Derecha

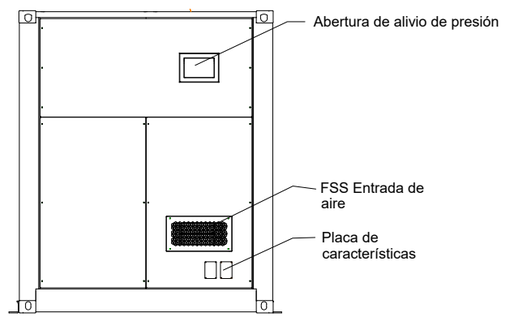




Vista frontal



Sección A-A
Ubicación de los cables de salida del contenedor



Vista izquierda

Nota:
1. Peso Aproximadamente 41900 ± 500 kg(incluido el refrigerante).
2. Tamaño: 6058mm×2896mm×2438mm (Ancho×Alto×Fondo)

Nota:
Cotas en mm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:
DETALLE ESS + PCS

Nº PLANO	HOJA:
1116-CV	2 DE 3

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Técnicos Industriales de Ciudad Real

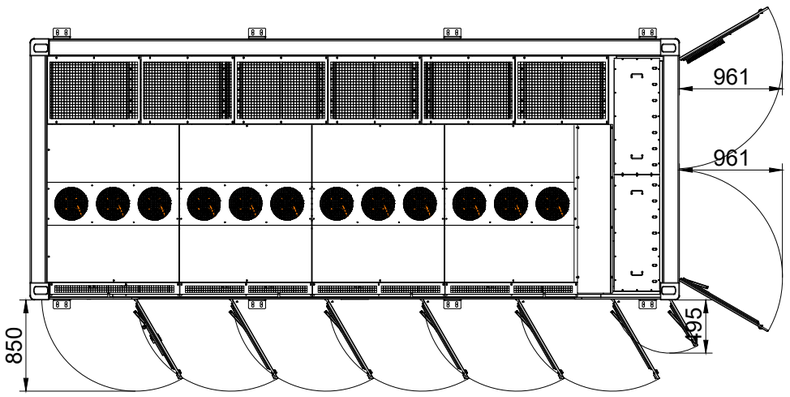
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

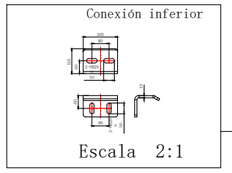
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

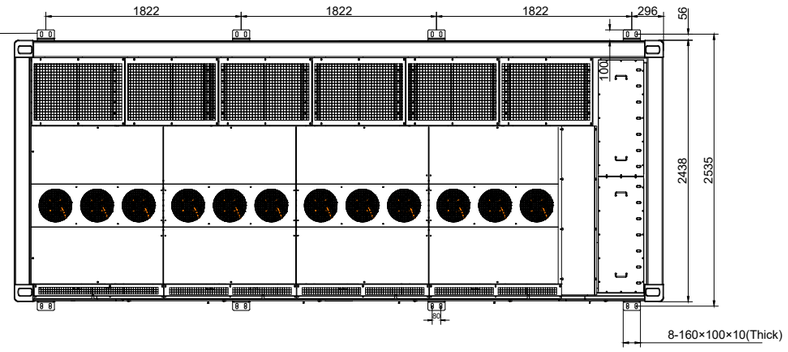
SPA-2025.07-BESS-AGU-1116-CV-DRW-RNX-00-DETALLE ESS+PCS.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

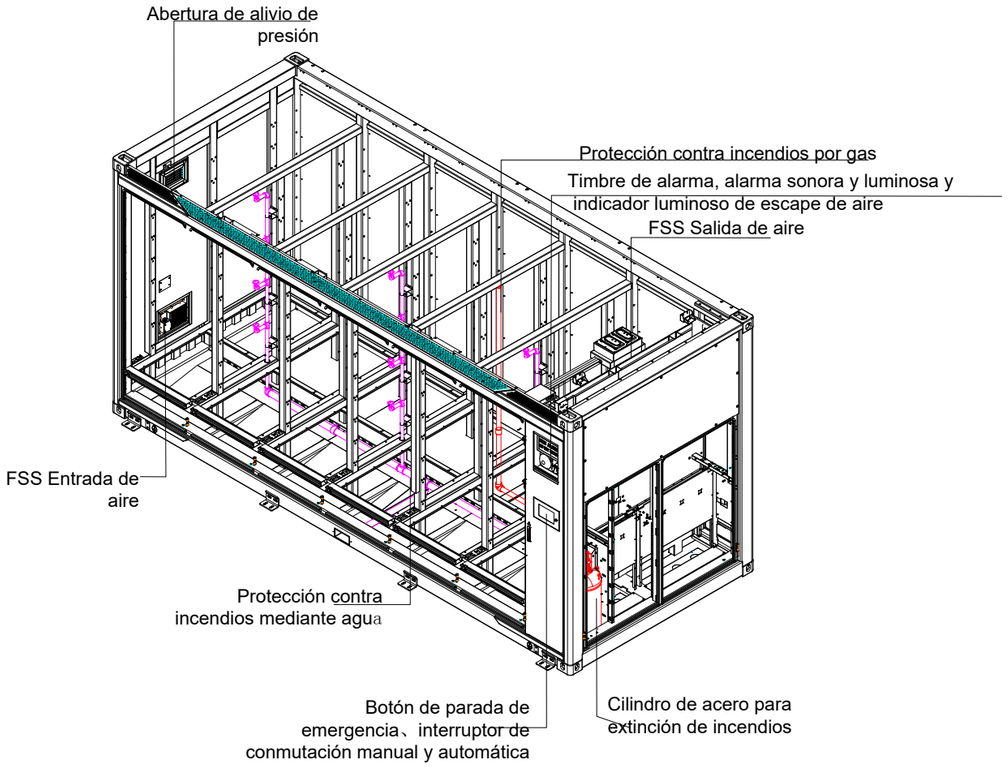


Vista superior (estado abierto)





Vista superior (estado cerrado)



Nota:
Cotas en mm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: DETALLE ESS + PCS

Nº PLANO: 1116-CV

HOJA: 3 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "'420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

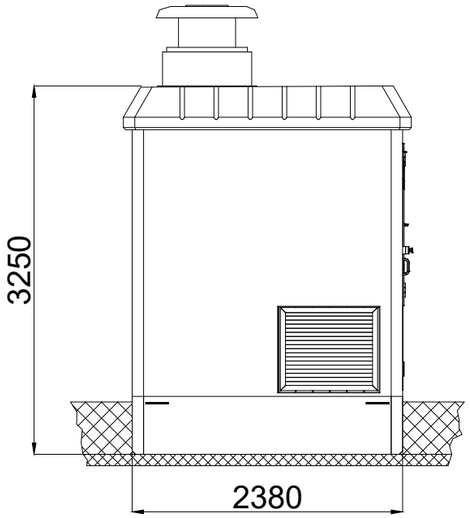
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

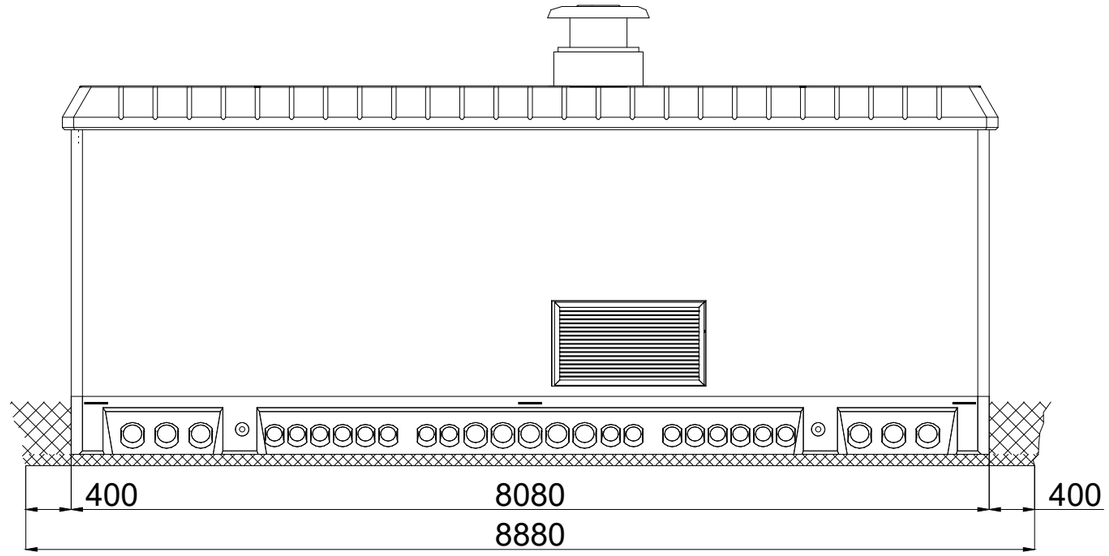
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

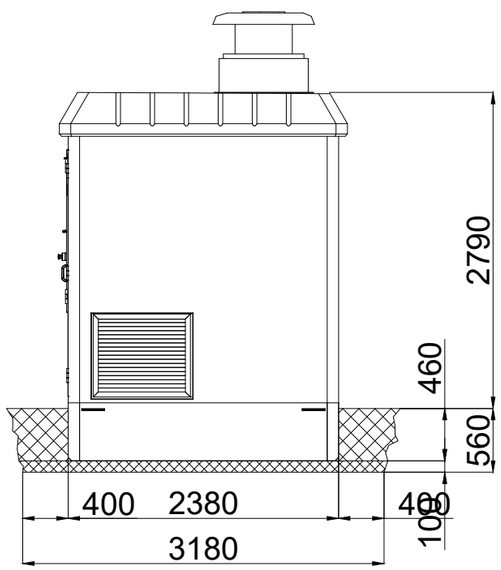
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

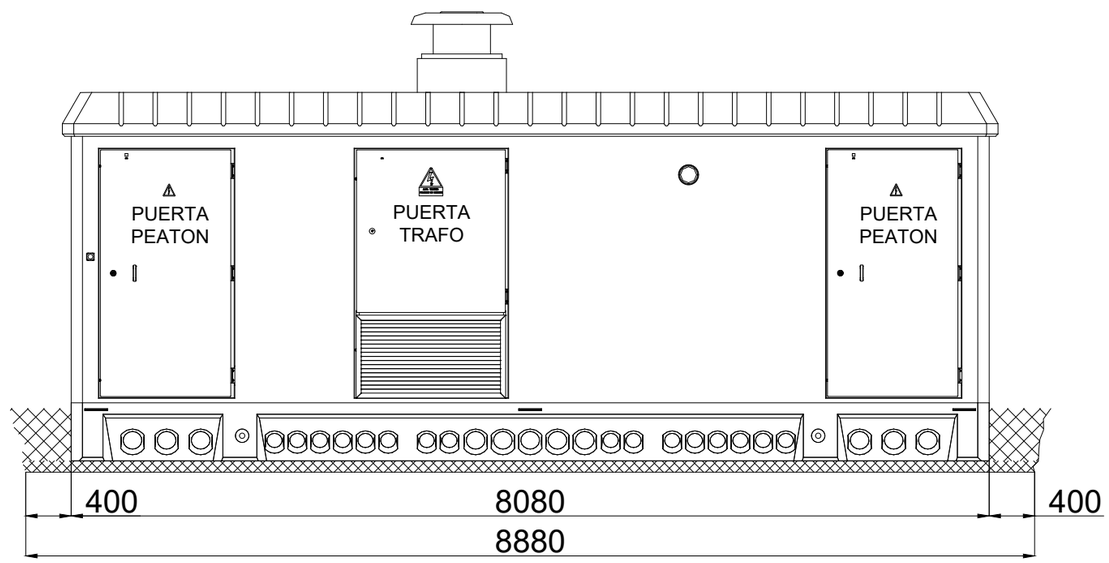
SPA-2025.07-BESS-AGU-1116-CV-DRW-RNX-00-DETALLE ESS+PCS.DWG





VISTA POSTERIOR





VISTA FRONTAL

NOTAS:

- Las señales de advertencia deben colocarse en el muro exterior existente, en la puerta de entrada y en el exterior de todos los componentes de acuerdo con las normas vigentes.
- Todos los dispositivos que se encuentren dentro de los armarios y cajas estarán etiquetados con una etiqueta grabada o indeleble.

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

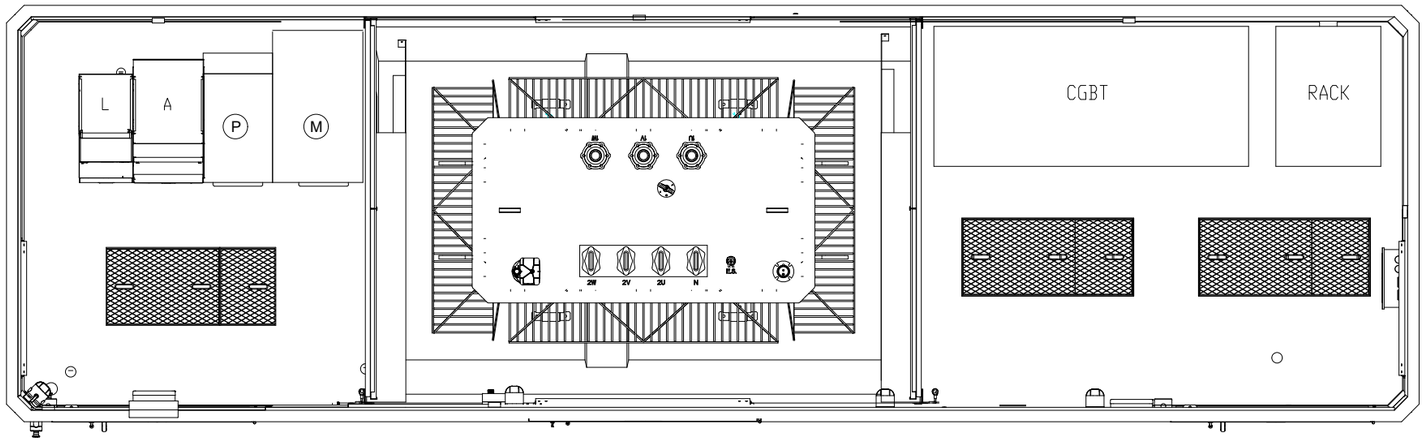
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

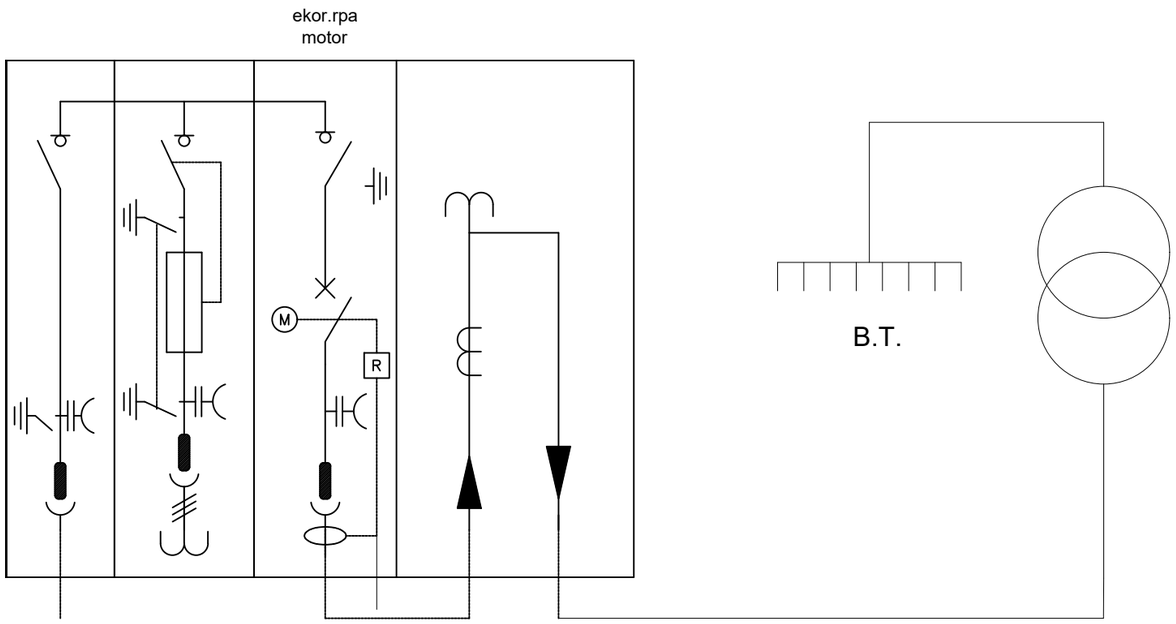
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1117-CV-DRW-RNX-00-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN-PROTECCIÓN-MEDIDA-CONTROL.DWG



VISTA PLANTA INTERIOR



ESQUEMA UNIFILAR

NOTAS:

- Las señales de advertencia deben colocarse en el muro exterior existente, en la puerta de entrada y en el exterior de todos los componentes de acuerdo con las normas vigentes.
- Todos los dispositivos que se encuentren dentro de los armarios y cajas estarán etiquetados con una etiqueta grabada o indeleble.

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

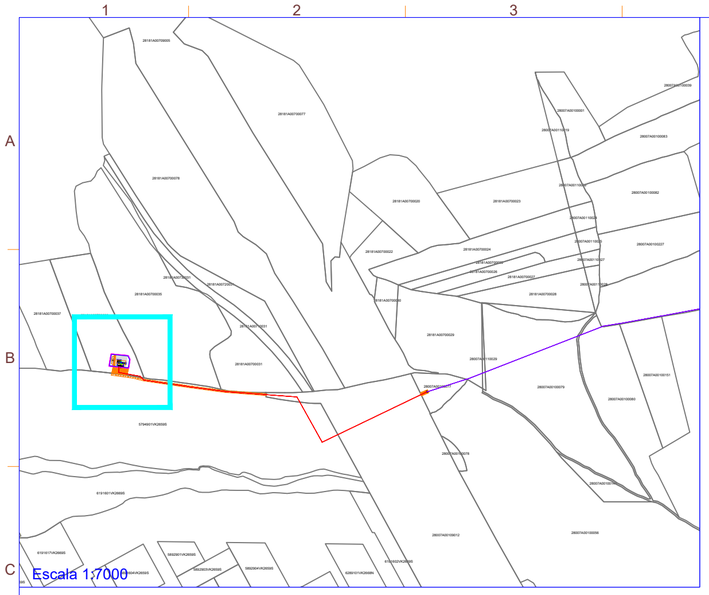
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

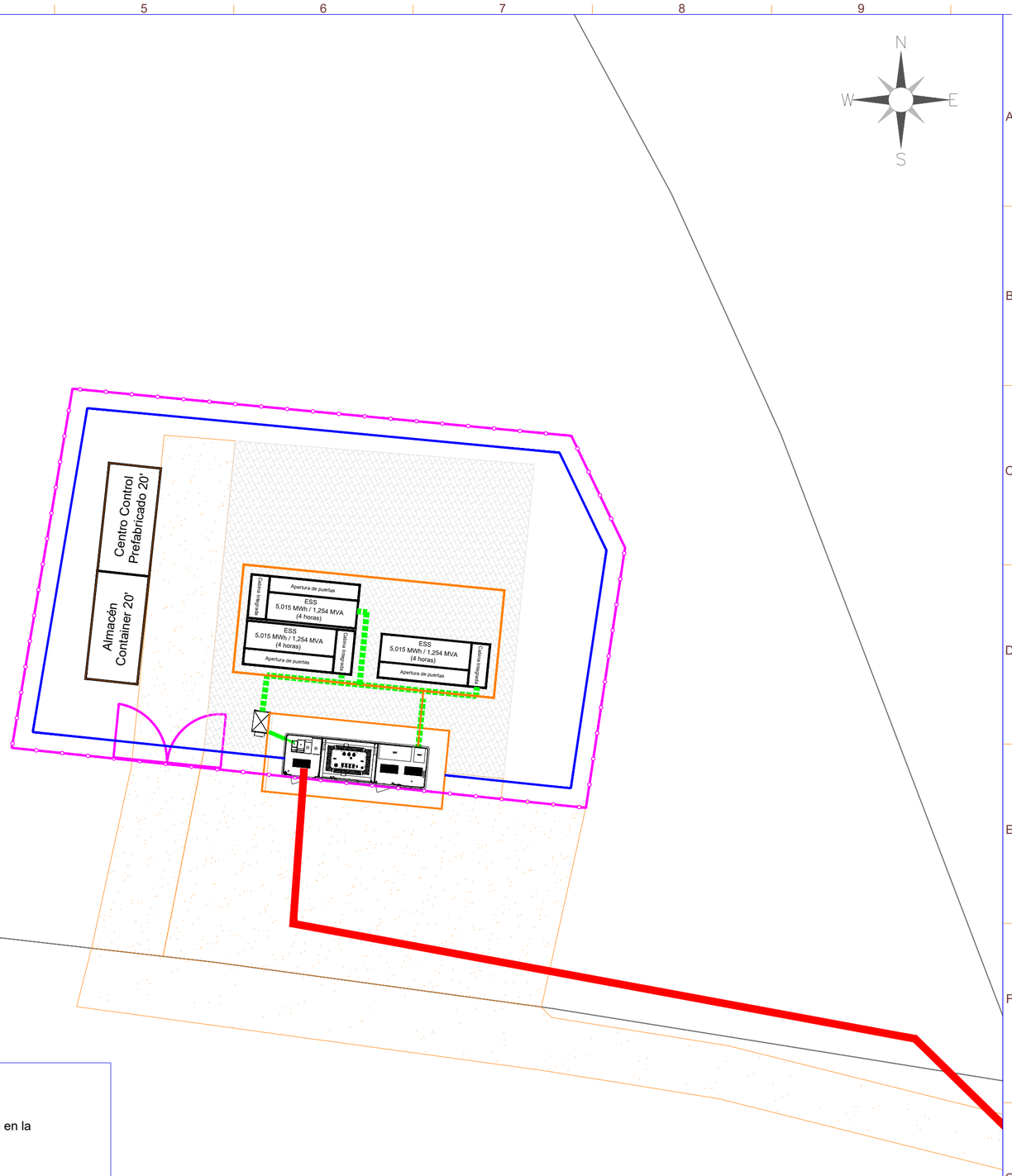
FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1117-CV-DRW-RNX-00-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN-PROTECCIÓN-MEDIDA-CONTROL.DWG





Notas:

- Las zanjas mostradas en el detalle de zanjas son ilustrativas: deberán definirse y concretarse en detalle en la parte de ingeniería de detalle.

- Todos los ángulos de zanja de 90 grados deben hacerse con un radio mínimo de 2 m.

- Las zanjas que crucen viales o arroyos o discurrran fuera del vallado, irán entubadas y hormigonadas.

- La arena requerida en la primera capa de las zanjas podrá ser sustituida por tierra de la excavación, siempre que esta tierra no contenga piedras o cualquier tipo de agregado que pueda dañar los cables.

-Las zanjas deben estar señalizadas.

- Las zanjas deben compactarse lo más posible para evitar el posterior hundimiento del suelo. Se recomienda dejar 10 cm de relleno por encima del nivel cero.

- Los tubos deben ser sellados en sus extremos con productos que impidan la entrada de agua y que no se degraden con los rayos UV.

- La distancia de las zanjas a la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos o cualquier otro elemento debe ser de al menos 2 m.

- El detalle de las secciones de las distintas zanjas se puede encontrar en el plano "1125-CV" y nombre "DETALLES ZANJAS".

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1120-CV-DRW-RNX-00-LAYOUT CANALIZACIONES.DWG

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Almacén y Centro de Control
	Transformador SSAA
	CTPMC
	Centro de Seccionamiento
	Viales internos y de acceso
	Zona de grava
	Zanja BT (BT)
	Zanja Perimetral (CCTV)
	Zanja de tierras (GD)
	Zanja MT (Línea de Evacuación)

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: LAYOUT CANALIZACIONES

Nº PLANO: 1120-CV

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:200

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

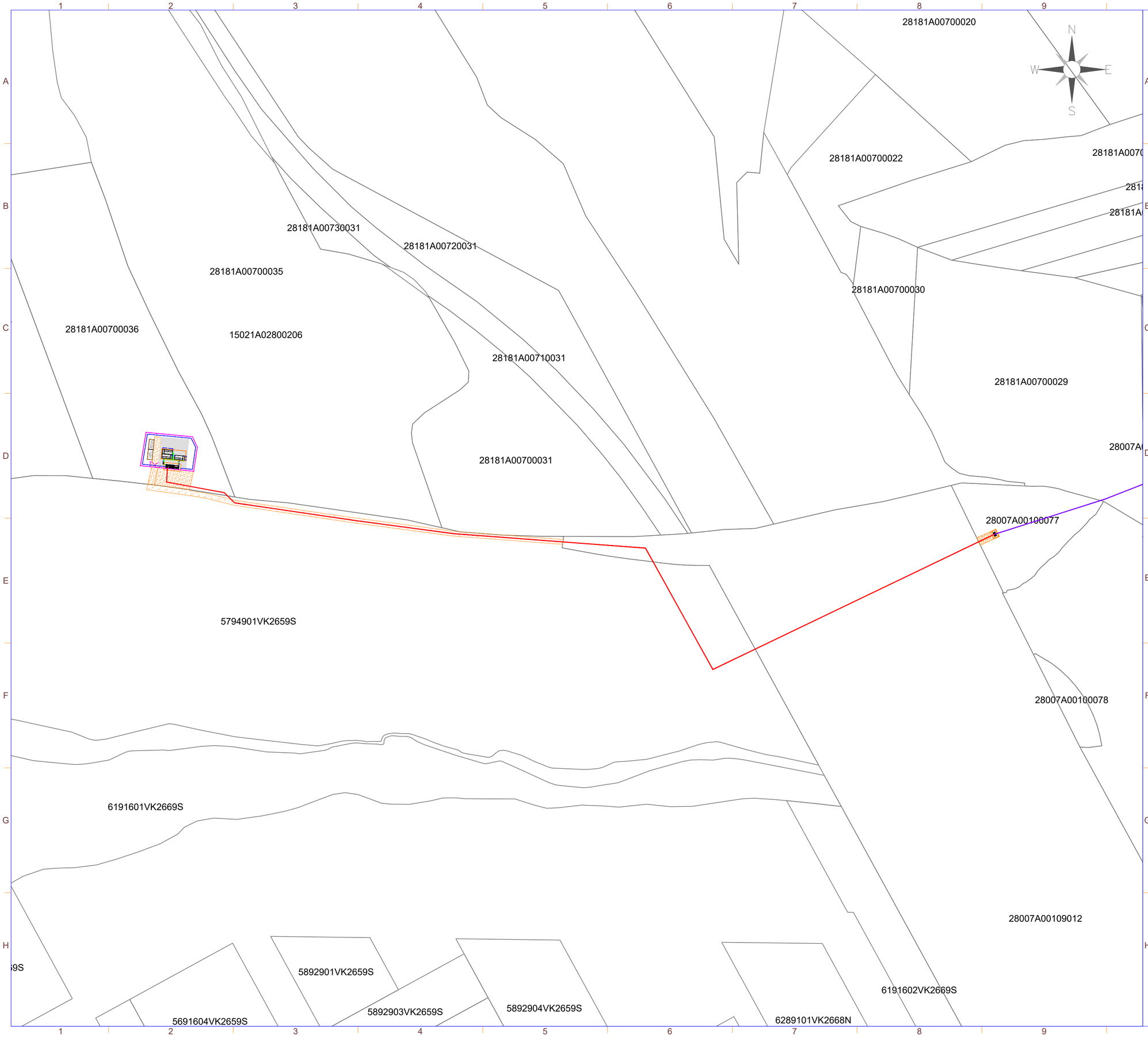
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1120-CV-DRW-RNX-00-LAYOUT CANALIZACIONES.DWG

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Zanja MT (Línea de Evacuación)

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: LAYOUT CANALIZACIONES

Nº PLANO: 1120-CV

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13835107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

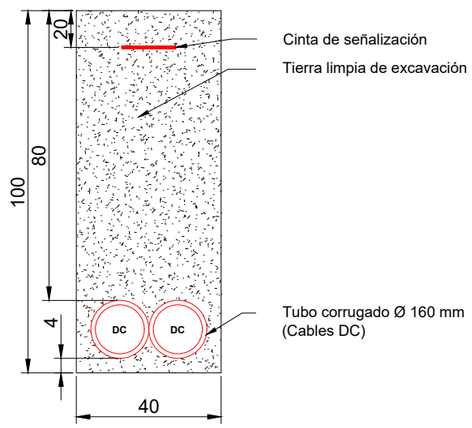
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

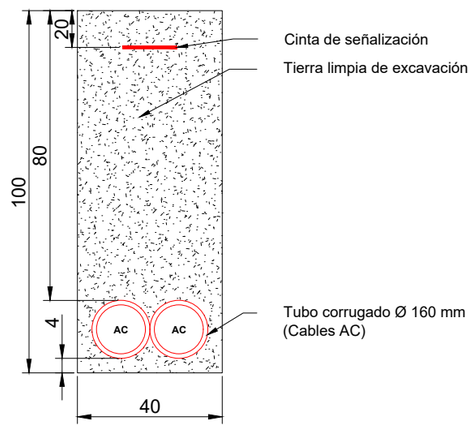
SPA-2025.07-BESS-AGU-1125-CV-DRW-RNX-00-DETALLE CANALIZACIONES.DWG

TIPOLOGIA Y DIMENSIONES DE ZANJAS BT

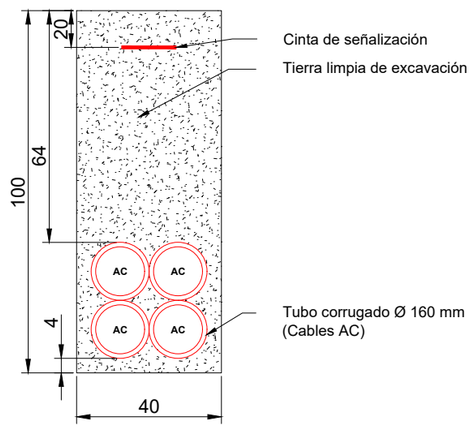
DC



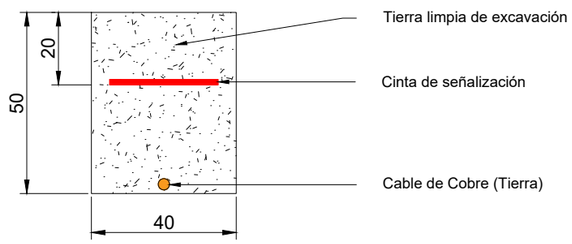
AC



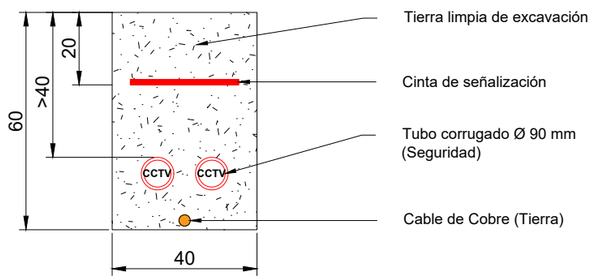
AC



GD



CCTV



nexer

NOTAS:

- Todos los tramos del zanjeado que formen 90 grados deben hacerse con un radio mínimo de 2 m. para garantizar la seguridad del cableado.
- Las zanjas deben estar señalizadas.
- Las zanjas deben compactarse en capas de un grosor máximo de 300 mm. para evitar el posterior hundimiento del suelo. Se recomienda dejar 10 cm. de relleno por encima del nivel cero del suelo.
- Los cables deben instalarse en canales o tubos de protección a la salida y entrada de la zanja, para ser protegidos de los rayos ultravioleta (sólo los cables no solares) y de los esfuerzos mecánicos.
- Los tubos deben ser sellados en sus extremos con productos que impidan la entrada de agua y su degradación con los rayos UV.
- La distancia de las zanjas a la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos o cualquier otro elemento debe ser de al menos 2 m. en la medida de lo posible.

LEYENDA:

- DC. Zanja para cables de corriente continua.
- AC. Zanja para cables de corriente alterna.

Las cotas vienen expresadas en cm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:

DETALLE CANALIZACIONES

Nº PLANO	HOJA:
1125-CV	1 DE 2

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

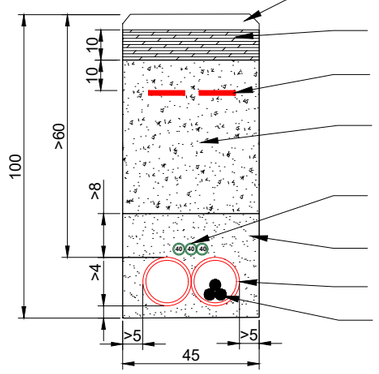
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

TIPOLOGÍA DE ZANJA DE LÍNEA DE EVACUACIÓN

CANALIZACIÓN EN ACERA/TIERRA



Baldosa,loseta, etc.

Hormigón H-15

Cinta de señalización

Relleno áridos reciclados, zahorras, todo en uno

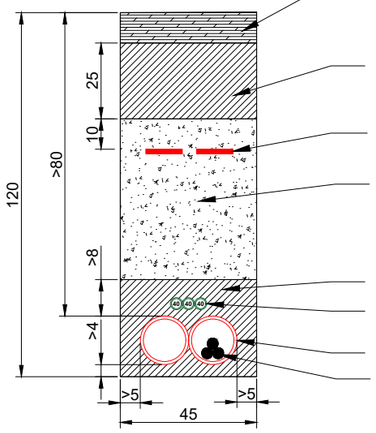
Tubo verde comunicaciones. d=4cm

Arena de Rio Lavada

Tubo corrugado. d=16cm

MV Cables

CANALIZACIÓN EN CALZADA



Mezcla Bituminosa caliente D-12

Hormigón H-15

Cinta de señalización

Relleno áridos reciclados, zahorras, todo en uno

Hormigón H-15

Tubo verde comunicaciones. d=4cm

Tubo corrugado. d=16cm

MV Cables

NOTAS:

- Todos los tramos del zanjeado que formen 90 grados deben hacerse con un radio mínimo de 2 m. para garantizar la seguridad del cableado.
- Las zanjas deben estar señalizadas.
- Las zanjas deben compactarse en capas de un grosor máximo de 300 mm. para evitar el posterior hundimiento del suelo. Se recomienda dejar 10 cm. de relleno por encima del nivel cero del suelo.
- Los cables deben instalarse en canales o tubos de protección a la salida y entrada de la zanja, para ser protegidos de los rayos ultravioleta (sólo los cables no solares) y de los esfuerzos mecánicos.
- Los tubos deben ser sellados en sus extremos con productos que impidan la entrada de agua y su degradación con los rayos UV.
- La distancia de las zanjas a la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos o cualquier otro elemento debe ser de al menos 2 m. en la medida de lo posible.

Las cotas vienen expresadas en cm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: DETALLE CANALIZACIONES

Nº PLANO: 1125-CV

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	Y.R.G.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

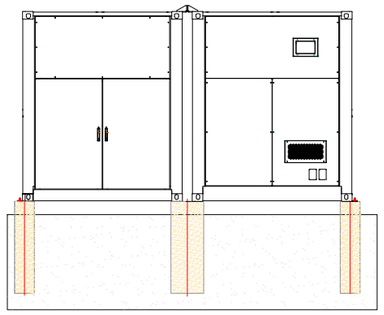
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

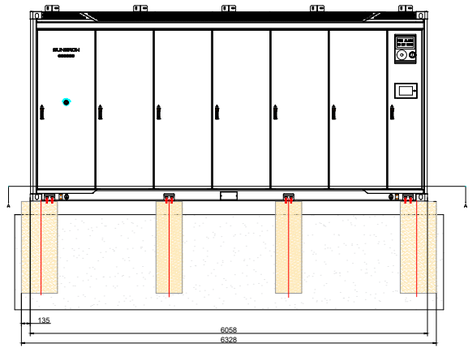
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1125-CV-DRW-RNX-00-DETALLE CANALIZACIONES.DWG

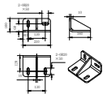


Vista Derecha



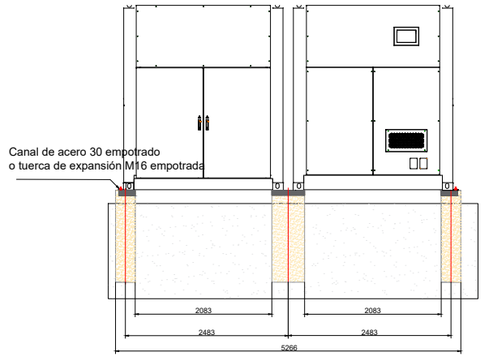
Vista Frontal

Conector superior



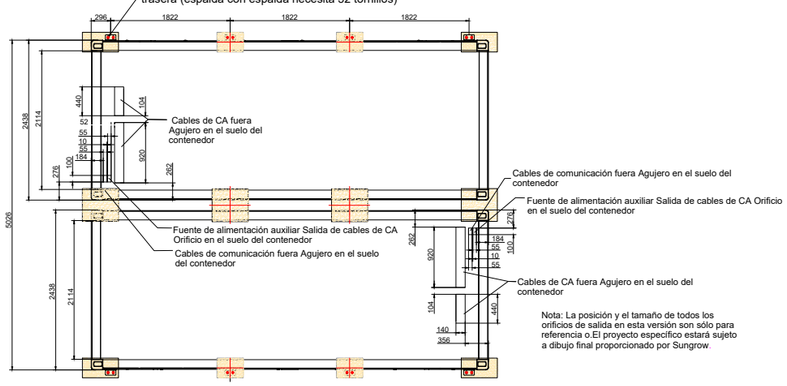
Escala 2:1

Atención:
Cuando se conecta con conectores estándar, la distancia entre dos contenedores es de 150 mm, y el rango de tolerancia permitido es de 0 +-20mm.Si excede el rango, necesita ser personalizado.



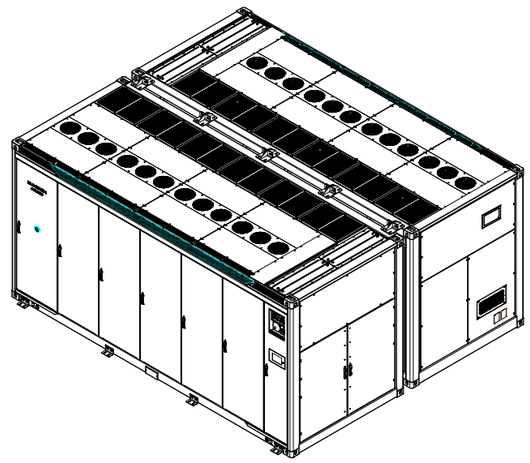
Vista Izquierda

Se recomienda fijar con tornillos, tuercas de expansión M16 que deben incrustarse en 16 posiciones de 1 armario, 8 en la parte delantera y 8 en la trasera (espalda con espalda necesita 32 tornillos)



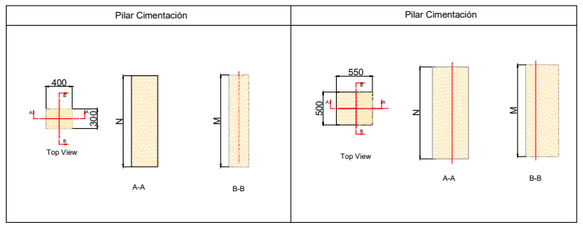
Nota: La posición y el tamaño de todos los orificios de salida en esta versión son sólo para referencia o.El proyecto específico estará sujeto a dibujo final proporcionado por Sungrow.

section A-A



Notas:
1.El armario de baterías se instala sobre una cimentación de 8 pilares, el tamaño de la cimentación debe cumplir los requisitos de la capacidad portante del terreno. La profundidad de la cimentación debe alcanzar el estrato portante con la suficiente capacidad portante, la capacidad portante debe determinarse con referencia al informe del estudio geotécnico. La superficie del suelo debe ser sólida y plana, sin riesgo de hundimiento o deslizamiento.
2.La altura del armario de baterías colocado fuera del suelo debe implementarse de acuerdo con los requisitos de las especificaciones de diseño locales. Se sugiere que la altura de la cimentación debe ser mayor que el nivel más alto de agua en la historia para evitar ser inundado.
3.Las superficies superiores de los cimientos de los pilares deben estar al mismo nivel,(El margen de error debe estar dentro de 10mm).
4.El incumplimiento de estas instrucciones de seguridad puede provocar lesiones personales y daños en el equipo, que no serán responsabilidad de Sungrow Power Supply Co., Ltd.
5.Debe mantenerse suficiente espacio libre alrededor del dispositivo para facilitar la apertura de la puerta. Al mismo tiempo. Preste atención a la distancia requerida por la entrada y salida de aire.
Para las dimensiones específicas, consulte la vista que muestra el espacio de apertura de la puerta.
6.Los planos no son para fines de construcción de cimientos, y sólo deben utilizarse como referencia en el proceso de diseño de la cimentación. Los planos de ingeniería finales deben ser preparados por un profesional.
7.Se recomienda que el contenedor se atornille a la cimentación de pilares.
8.No se suministran pernos para la instalación de los cimientos.
9.Se recomienda endurecer con cemento el suelo del canal de mantenimiento en el que hay que desmontar y montar los embalajes para evitar que el suelo se hunda.
10.La zanja para cables debe evitar el canal de mantenimiento del armario de baterías en la medida de lo posible. Si no puede evitarse, se recomienda que la capacidad portante de la placa de cubierta de la zanja para cables sea ≥3T.11.No coloque escalones en el pasillo de mantenimiento de la puerta frontal del armario de baterías. Si se diseñan escalones, asegúrese de que el equipo dispone de espacio suficiente para el mantenimiento,la distancia libre debe ser ≥3m.

Pilar Cimentación	Pilar Cimentación



Nota:
Cotas en mm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: CIMENTACIÓN ESS + PCS

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "'420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

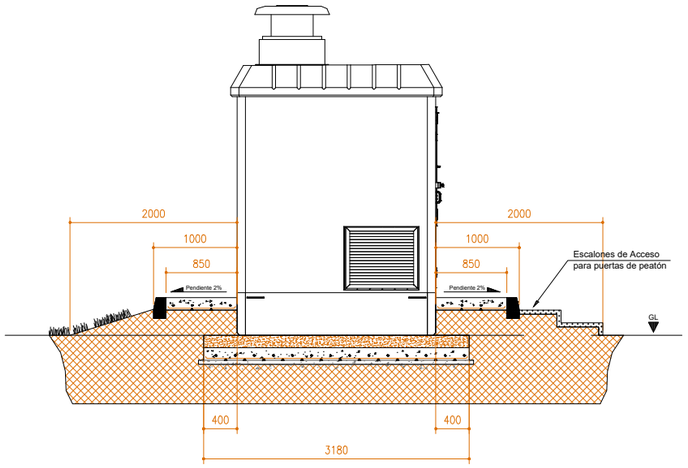
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

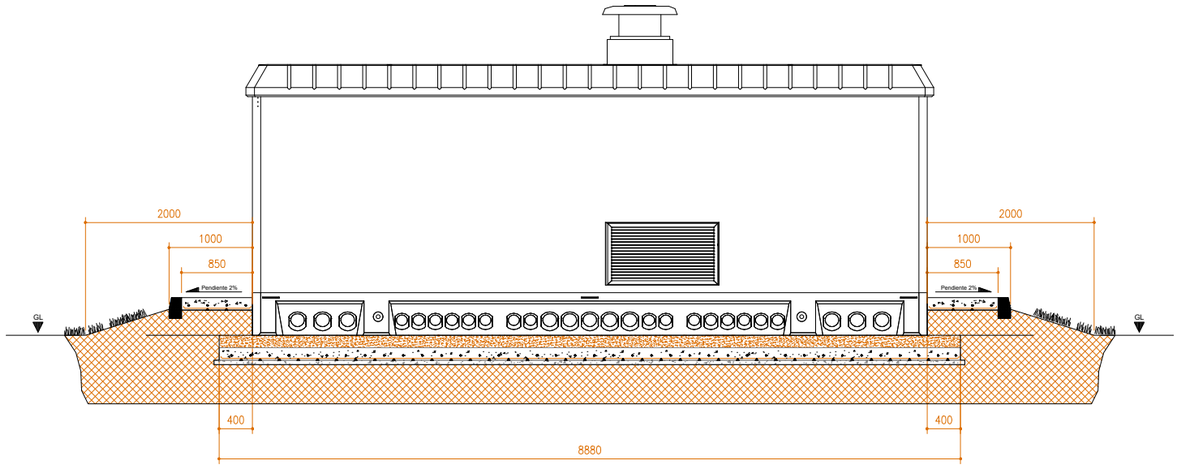
FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

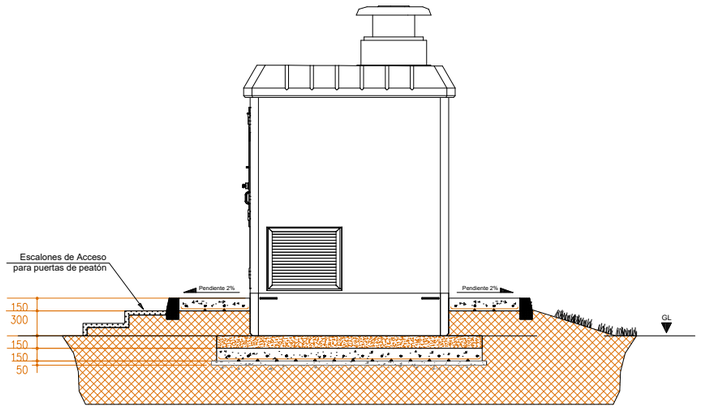
SPA-2025.07-BESS-AGU-1130-CV-DRW-RNX-00-CIMENTACION ESS+PCS.DWG



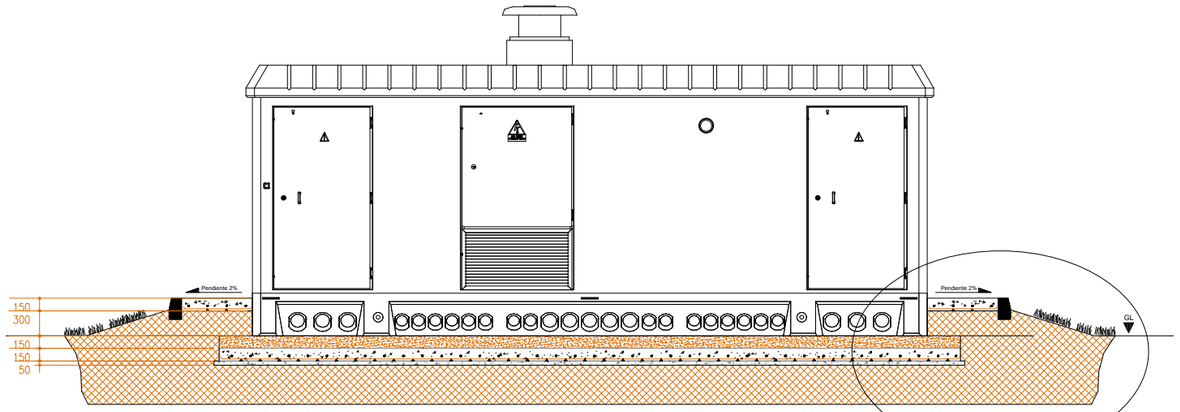
VISTA LATERAL IZQUIERDA



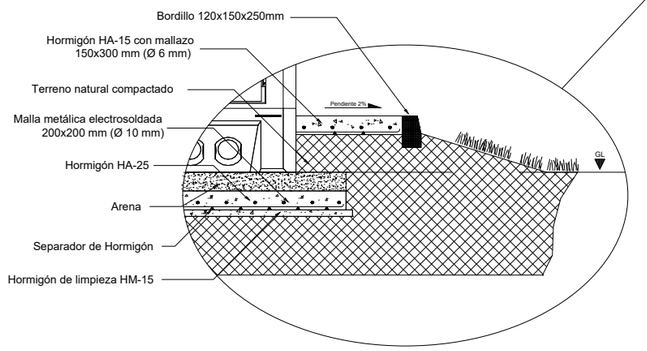
VISTA TRASERA

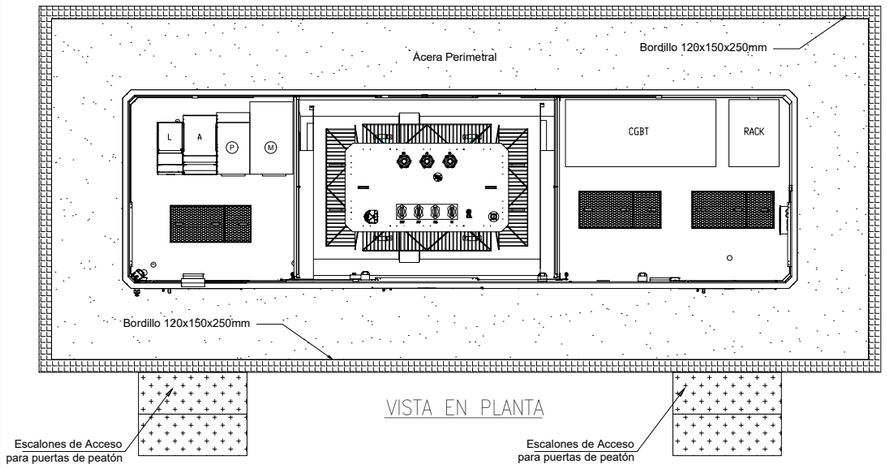


VISTA LATERAL DERECHA



VISTA FRONTAL





VISTA EN PLANTA

Notas:

- La p.a.t. del armado se realizará con cable de Cu de 35mm2.
- Cotas en milímetros.
- Se tendrá en cuenta la ejecución de juntas de dilatación en acera perimetral del CT.

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:

CIMENTACIÓN CTPMC

Nº PLANO	HOJA:
1131-CV	1 DE 1

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

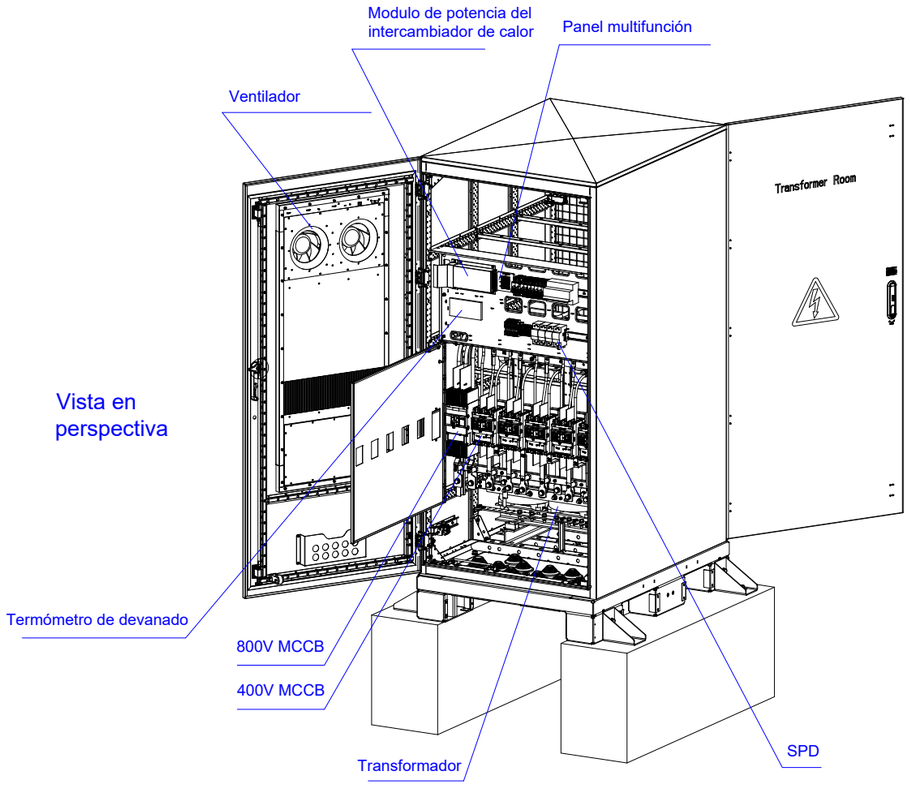
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

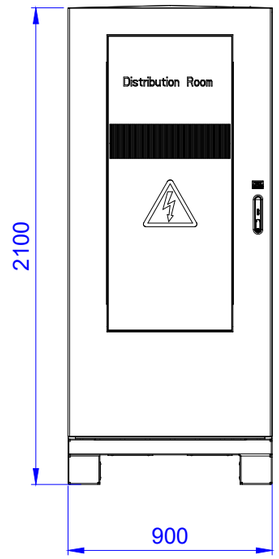
SPA-2025.07-BESS-AGU-1131-CV-DRW-RNX-00-CIMENTACION CTPMC.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

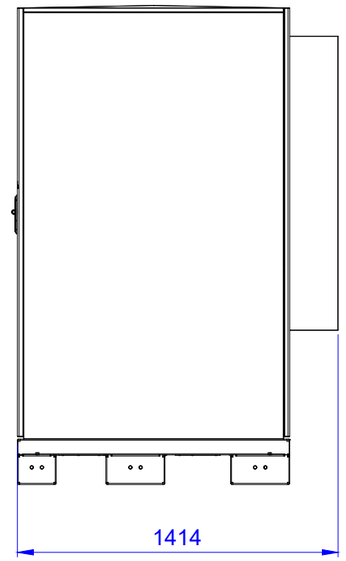
SPA-2025.07-BESS-AGU-1132-CV-DRW-RNX-00-TRANSFORMADOR SSAA.DWG

Vista en perspectiva

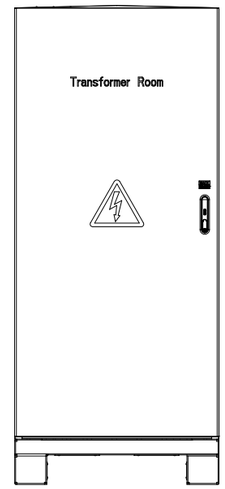


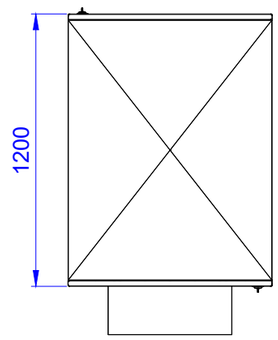


Vista frontal



Vista lateral





Vista superior

NOTA: Cotas en mm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:

TRANSFORMADOR SSAA

Nº PLANO	HOJA:
1132-CV	1 DE 2

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

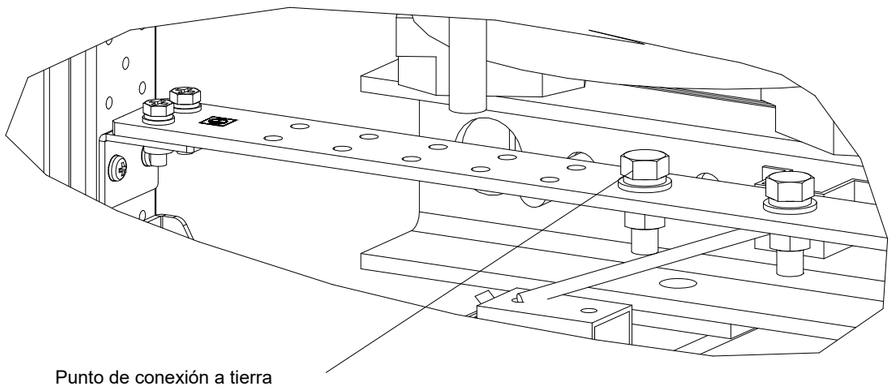
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

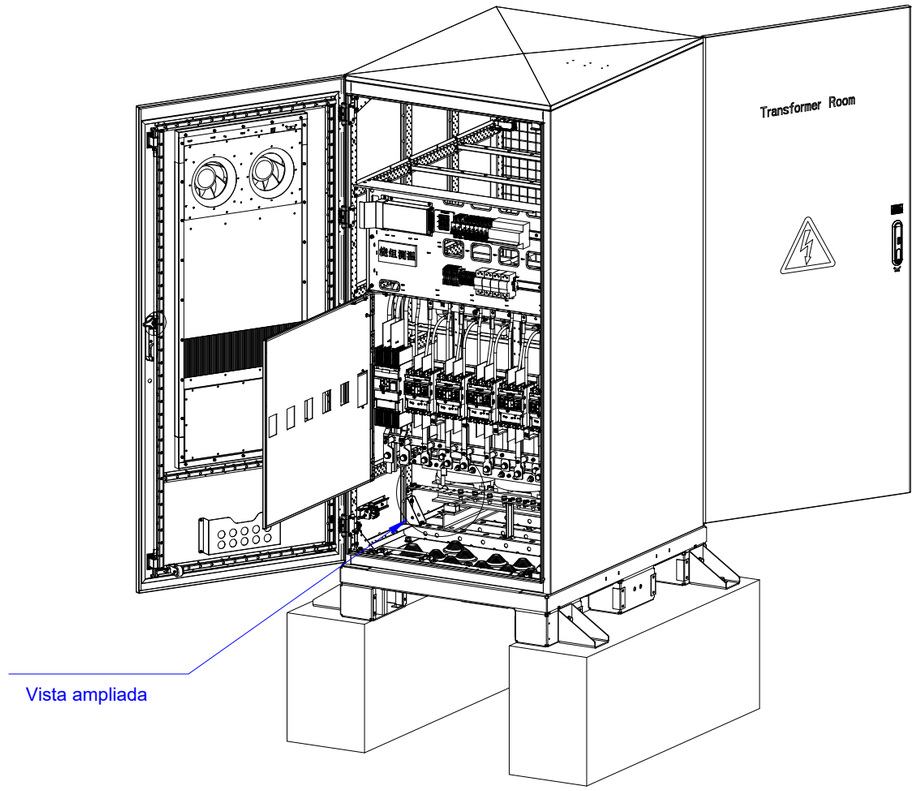
FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1132-CV-DRW-RNX-00-TRANSFORMADOR SSAA.DWG



Punto de conexión a tierra
Apertura: φ12
Punto de conexión a tierra reservado
El área de la sección transversal del cable de conexión a tierra debe ser de 50 mm2/~120 mm2/
Los terminales deben ser del tipo DT



NOTA: Cotas en mm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:

TRANSFORMADOR SSAA

Nº PLANO	HOJA:
1132-CV	2 DE 2

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL "'420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

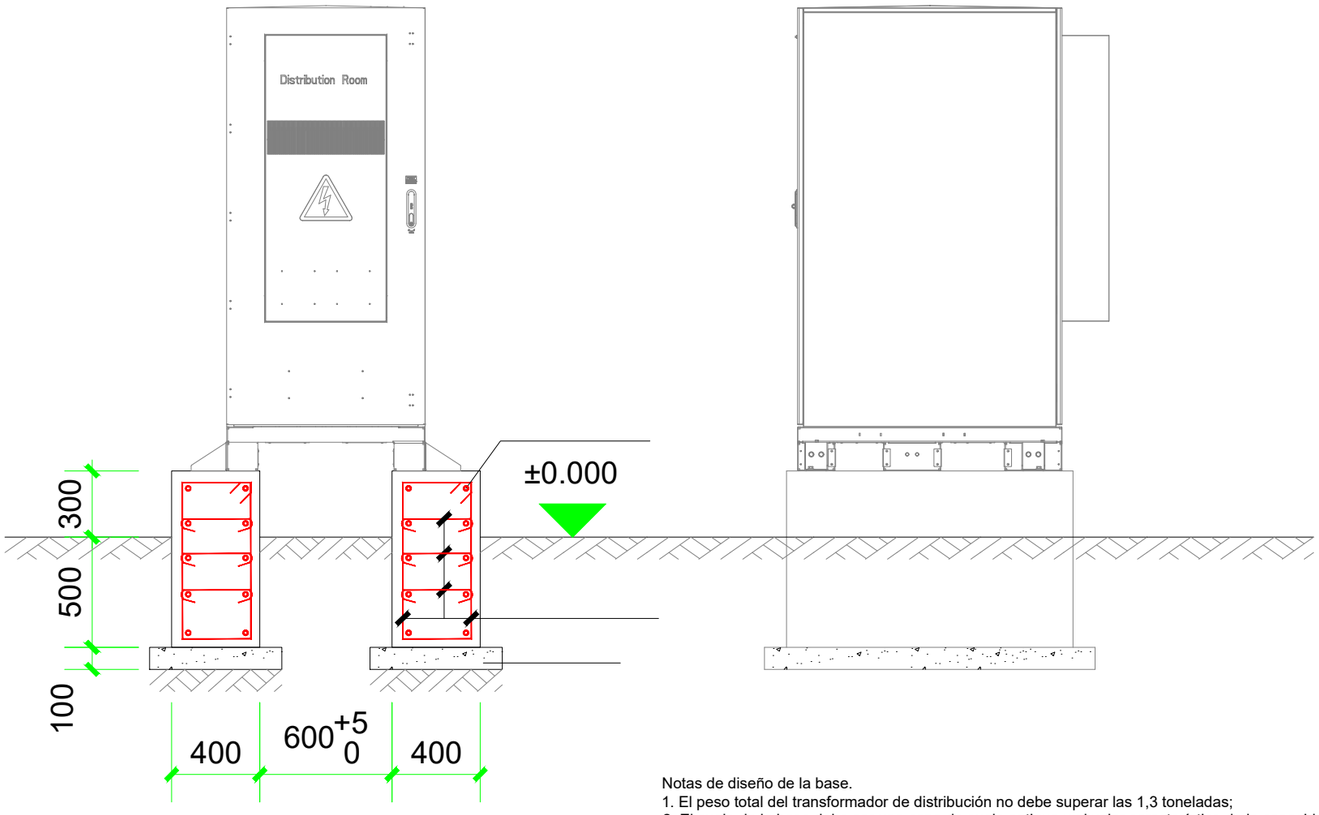
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

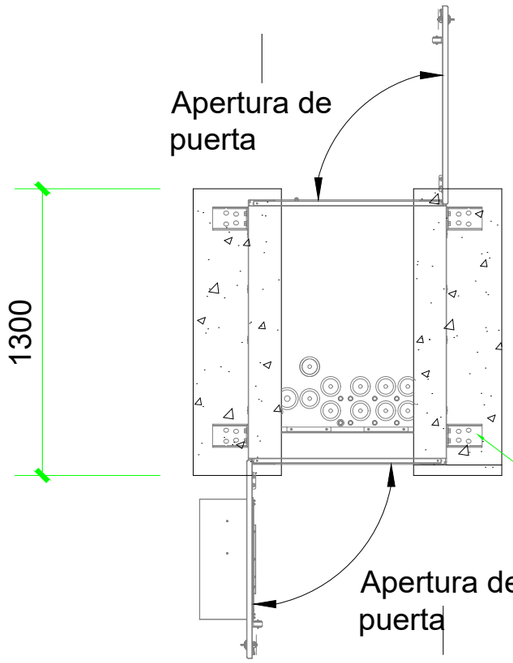
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

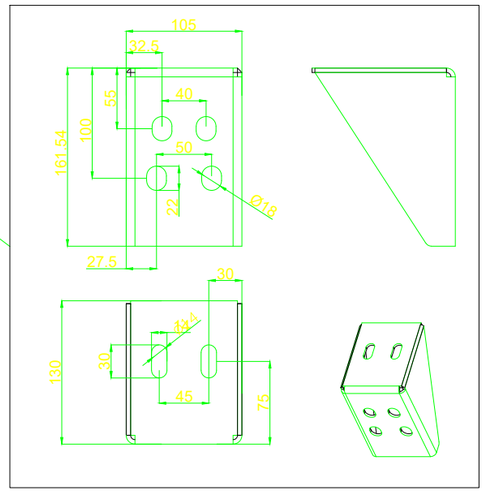
Renerix ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



Notas de diseño de la base.
1. El peso total del transformador de distribución no debe superar las 1,3 toneladas;
2. El suelo de la base debe ser una capa de suelo antiguo y el valor característico de la capacidad de carga de la base no debe ser inferior a 100 kPa. Cuando la capa de suelo a la altura de diseño no cumpla con los requisitos, se deberá excavar para cumplir con los requisitos. Rellenar con arena y grava de grano 3:7 hasta la altura de diseño, con 300 mm de ancho en cada lado de cada 500 mm de profundidad, y la densidad no debe ser inferior a 0,94;
3. El grado de hormigón de la base es C30, la capa protectora de la base tiene 50 mm de espesor, el grado de hormigón de amortiguación es C15 y los cuatro lados son 100 mm más anchos que la base.
4. Después de la excavación de la base, no se permitirá la alteración del drenaje. En caso de alteración del agua, se continuará con la excavación y el reemplazo.
5. El error de elevación de la superficie superior de la cimentación (columna) no debe ser mayor a 3 mm;





NOTA: Cotas en mm

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR SSAA

Nº PLANO: 1133-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "'420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

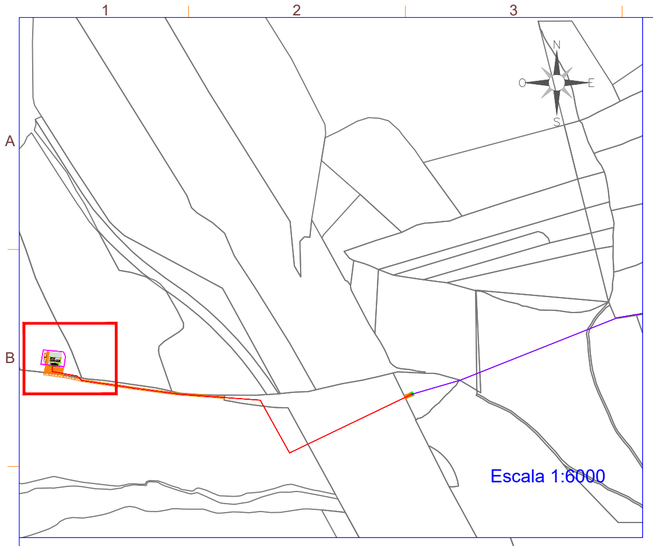
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Técnicos Industriales de Ciudad Real

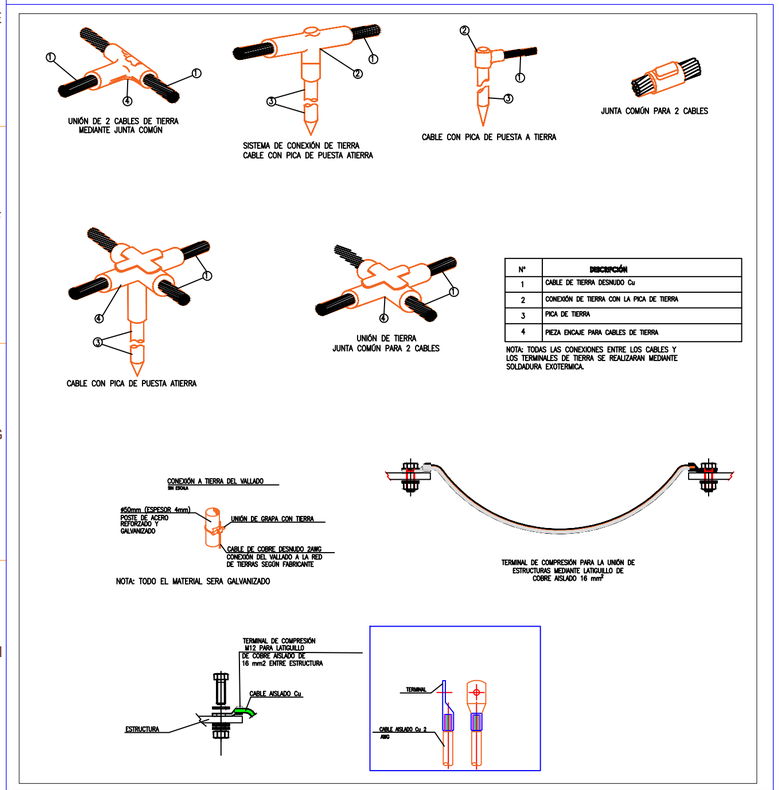
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1133-CV-DRW-RNX-00-CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR SSAA.DWG





Nº	DESCRIPCIÓN
1	CABLE DE TIERRA DESNUDO Cu
2	CONEXIÓN DE TIERRA CON LA PICA DE TIERRA
3	PICA DE TIERRA
4	PIEZA ENCAJE PARA CABLES DE TIERRA

NOTA: TODAS LAS CONEXIONES ENTRE LOS CABLES Y LOS TERMINALES DE TIERRA SE REALIZARAN MEDIANTE SOLDADURA EXOTERMICA.

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1145-CV-DRW-RNX-00-PUESTA A TIERRA.DWG

nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Vial interior de Planta
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Cable desnudo Cu 70 mm²
	Electrodo Pica de tierra
	Línea de Evacuación
	Línea de Interconexión

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: PUESTA A TIERRA

Nº PLANO: 1145-CV

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:350

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

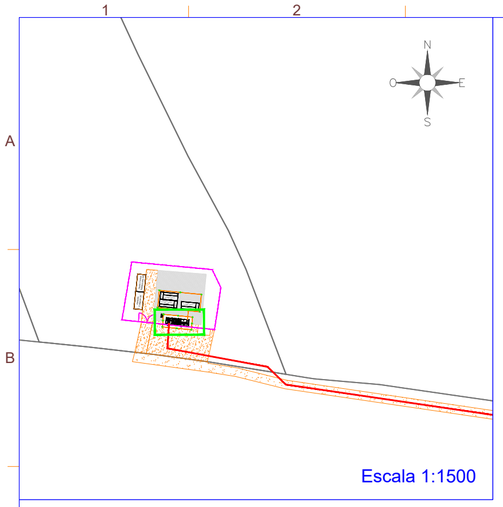
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING

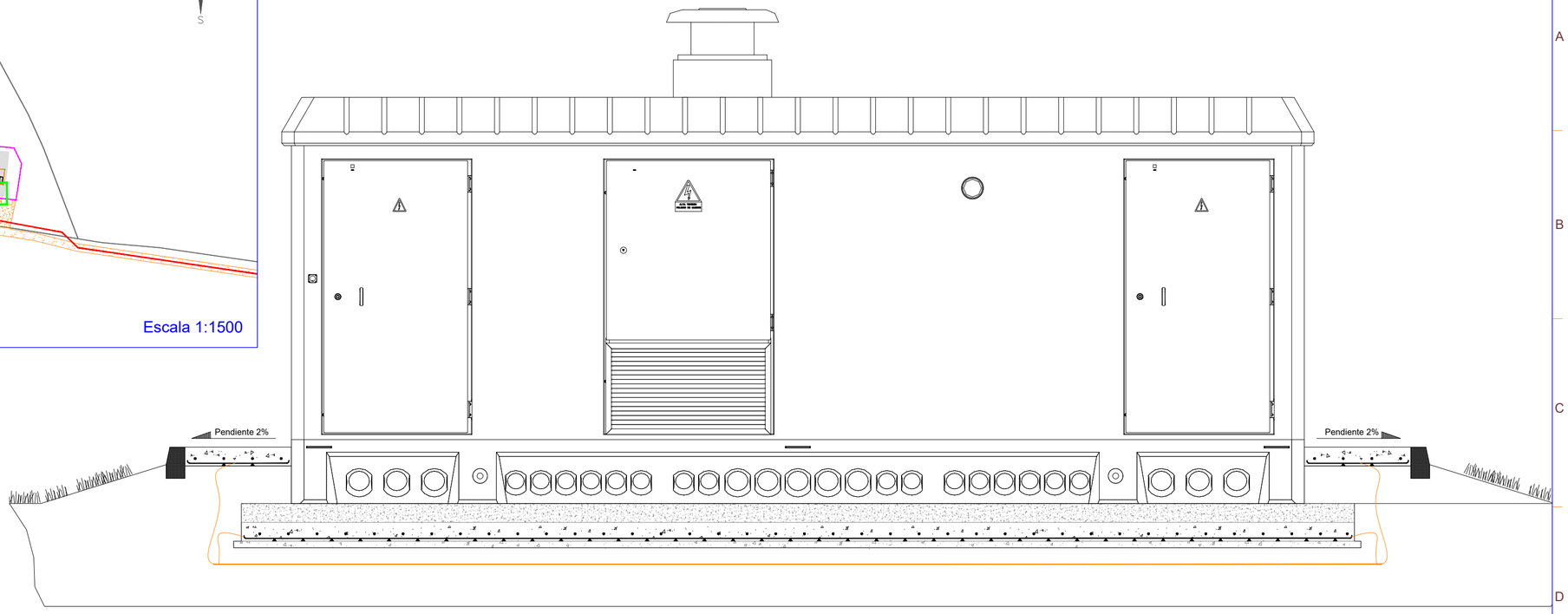
RENERIX SOLAR, SL
B13835107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

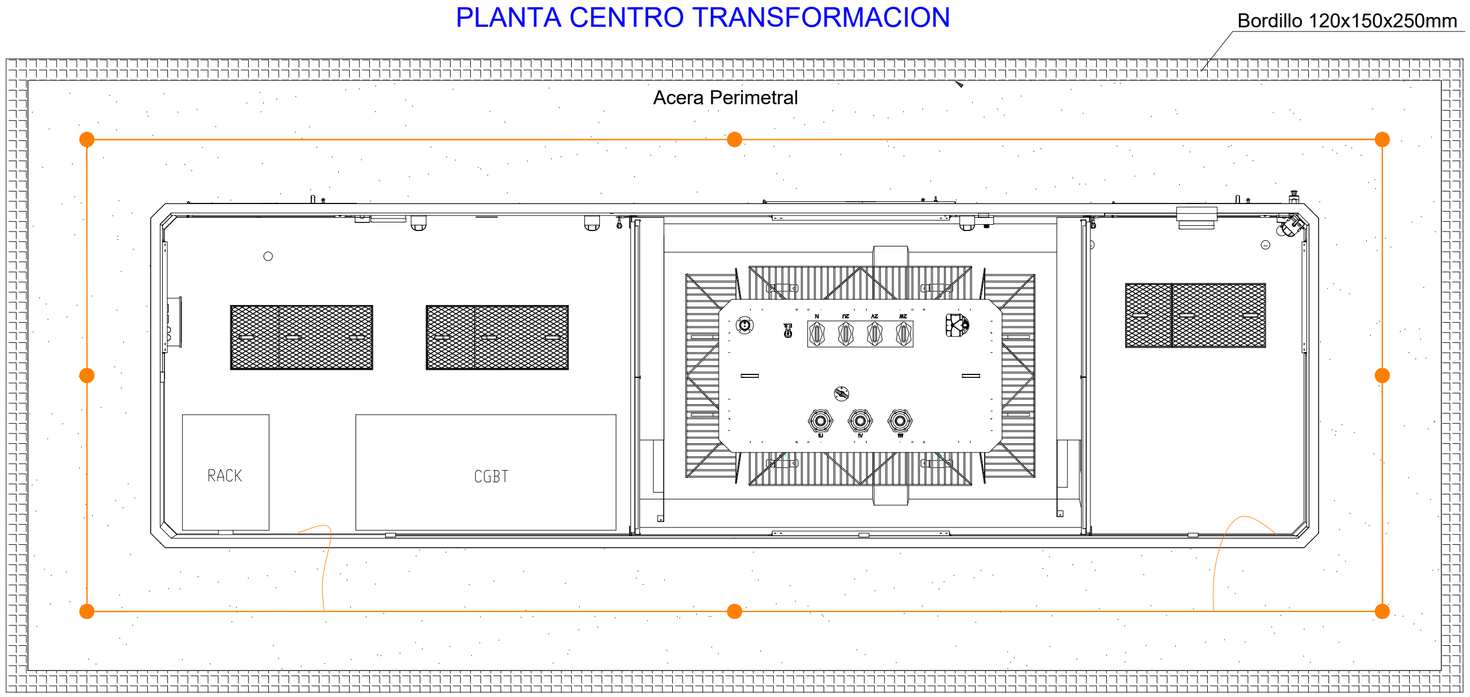
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built



PERFIL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



PLANTA CENTRO TRANSFORMACION



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Vial interior de Planta
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Cable desnudo Cu 70 mm^2
	Electrodo Pica de tierra
	Línea de Evacuación

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: PUESTA A TIERRA

Nº PLANO: 1145-CV

HOJA: 2 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:30

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

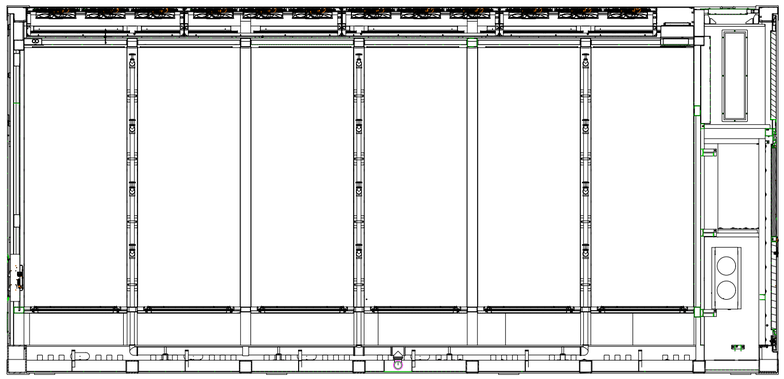
FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

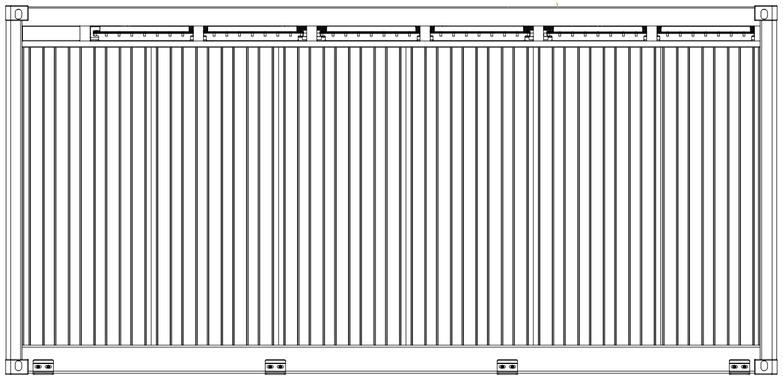
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1145-CV-DRW-RNX-00-PUESTA A TIERRA.DWG

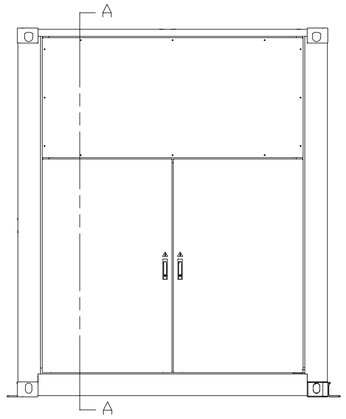
PUNTOS TOMA DE TIERRA CONTENEDOR BATERÍAS



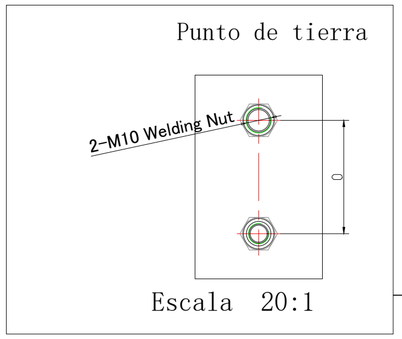
Sección A-A

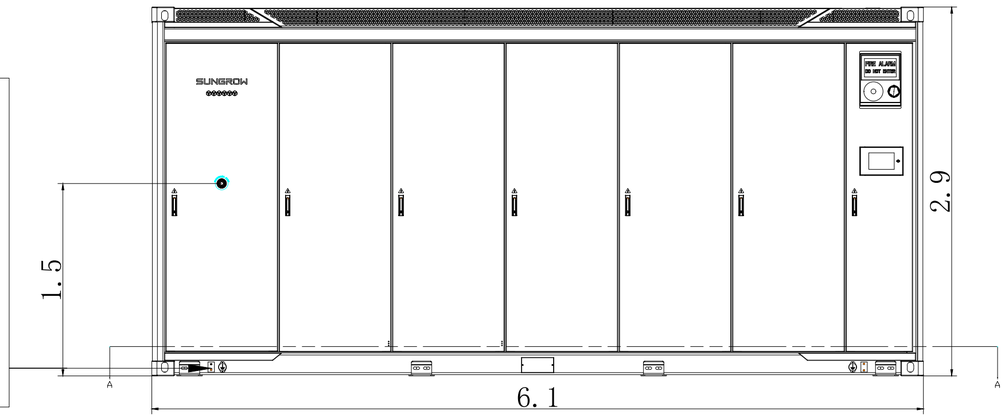


Vista posterior



Vista derecha





Vista frontal

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Armario SSAA
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Vial interior de Planta
	Zona de grava
	Almacén y Centro de Control
	Cable desnudo Cu 70 mm^2
	Electrodo Pica de tierra
	Línea de Evacuación

Potencia Instalada : 3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.): 3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: PUESTA A TIERRA

Nº PLANO: 1145-CV

HOJA: 3 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados Sociales y Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B138351107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

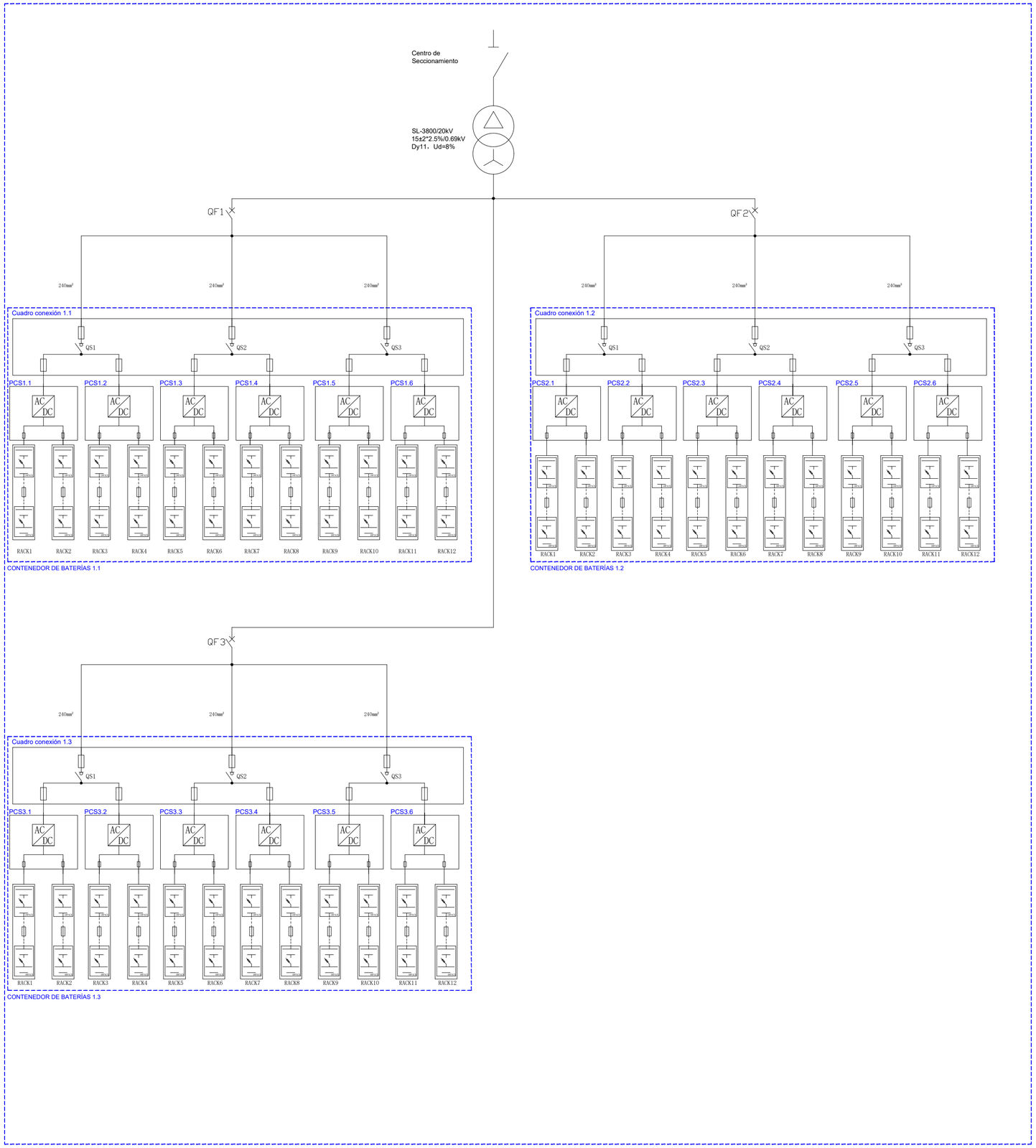
SPA-2025.07-BESS-AGU-1145-CV-DRW-RNX-00-PUESTA A TIERRA.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1320-EL-DRW-RNX-00-UNIFILAR BT.DWG

Cuadro protecciones	Interruptor automótico: 3P-690V-3200A Tensión nominal:690Vac Intensidad nominal:3200A	
Cable AC	240mm²/Cu/1000V	
Armario de almacenamiento de energía	Cuadro conexión baterías	6 entradas 3 salidas Fusible1: 1250Vac/465A/100kA Fusible2: 1250Vac/350A/100kA Interruptor de corte en carga: 690Vac/630
	PCS	PCS unidades:6 PCS potencia unidad: 210kW Rango de tension CC: 1000V~1500V Tension AC : 690V Frequencia: 50Hz Fusible: 1500Vdc/400A/150kA
	Sistema de baterías	Contedor: 5MW/4*5MWh Tension CC:1123~1497Vdc Fusible Rack: 1500V/315A/50kA Amario individual: 12 Baterias Rack: 417.9kWh, 416S1P PACK No.: 48 PACK: 104.5kWh, 104S1P Pack fusible: 500Vdc/500A/20kA Cell: 314Ah, 3.2V

Cuadro protecciones	Interruptor automótico: 3P-800V-3200A Tensión nominal:800Vac Intensidad nominal:3200A	
Cable AC	240mm²/Cu/1000V	
Armario de almacenamiento de energía	Cuadro conexión baterías	6 entradas 3 salidas Fusible1: 1250Vac/465A/100kA Fusible2: 1250Vac/350A/100kA Interruptor de corte en carga: 800Vac/630A
	PCS	PCS unidades:6 PCS potencia unidad: 210kW Rango de tension CC: 1000V~1500V Tension AC : 690V Frequencia: 50Hz Fusible: 1500Vdc/400A/150kA
	Sistema de baterías	Contedor: 5MW/4*5MWh Tension CC:1123~1497Vdc Fusible Rack: 1500V/315A/50kA Amario individual: 12 Baterias Rack: 417.9kWh, 416S1P PACK No.: 48 PACK: 104.5kWh, 104S1P Pack fusible: 500Vdc/500A/20kA Cell: 314Ah, 3.2V



nexer

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Interruptor automático
	Interruptor corte en carga
	Fusible

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW

Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)

Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C

Sistema de Conversion de Potencia (PCS)

Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW

Estación de transformación (TS)

Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
País:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: ESQUEMA UNIFILAR BT BESS

Nº PLANO: 1320-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

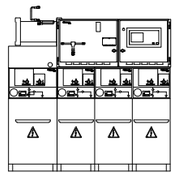
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

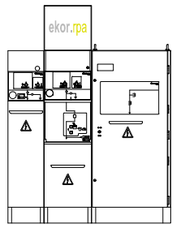
Renerix ENGINEERING

RENERIX SOLAR, SL
B13630107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built





INSTALACIÓN CEDIDA A I-DE REDES INTELIGENTES S.A.U.
(NO OBJETO DE ESTE PROYECTO)

INSTALACIÓN PARTICULAR

Punto de conexión
EXP-28-9044176826

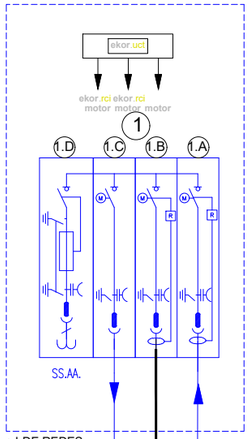
La conexión se realizará mediante entrada/salida en el apoyo 2371, siendo este sustituido para realizar la función de derivación

Doble empalme para entrada y salida

Línea 17 - SUECA 2 de 20 kV de la ST POZUELO (20 kV) alimentada desde STR LA PERATA

Tramo comprendido entre los apoyos número 3número 2381 (120873779) y 239 (7079808)
Código de identificador único 7786112

CENTRO DE SECCIONAMIENTO



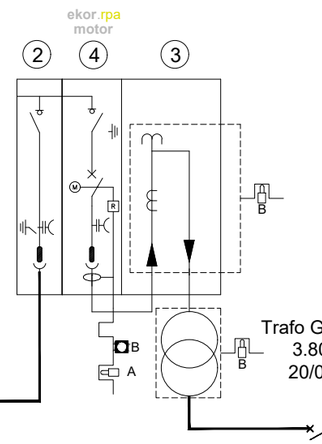
Línea Subterránea (Cedida a I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U.)
HEPRZ1 20 Kv +H16-N (3x240mm^2)
L= 30 + 489 + 3 m = 522 m
(Longitud Total = Apoyo + Canalización + Coca)

Línea Subterránea (Cedida a I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U.)
HEPRZ1 20 Kv +H16-N (3x240mm^2)
L= 30 + 489 + 3 m = 522 m
(Longitud Total = Apoyo + Canalización + Coca)

Linea Subterranea (Particular)
HEPRZ1 20 Kv+H16-N
L= 573m (3X240mm^2)

CENTRO DE TRANSFORMACION, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

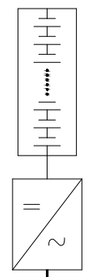
Esquema cumpliendo con lo establecido en la normativa MT 3.53.01 I-DE Redes Inteligentes SAU.



Trafo Generacion
3.800kVA
20/0.69 kV

Interruptor automático
3P-690V-3200A

BESS



3.780 kW$_{AC}$

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

1. Celda compacta 3L1A para Telemando según norma I-DE REDES INTELIGENTES S.A.U. **3L1A-F-SF6-24-13/15/20 TELE (código 504222/3/4)**, 3 funciones de línea, 1 función SSAA con protección con ruptofusible, con trafo de SSAA, modelo CGMCOSMOS-3L1A, corte y aislamiento íntegro en SF6.
Conteniendo:
- 3L - Interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A /Icc=16kA. Con mando motor. 2 posiciones relé ekorRCI+ con 3xTI. Incluye indicador presencia tensión.
-1A - Interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual tipo BR, con bobina de disparo. Incluye indicador presencia tensión, cartuchos fusibles y contactos auxiliares. Incluye 1 TT de SS.AA.

2. Celda modular de línea CGMCOSMOS-L, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión.

3. Celda modular de medida CGMCOSMOS-M. Vn=24kV In=400A / Icc=16kA. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad (verificados). T: 22.000V3/110V3 30VA CL0,2; TI: 150-300/5-5-5 10VA 0,2S

4. Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOSMOS-V, aislamiento integral en SF6, Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. equipada con: interruptor automatico de corte en vacío (cat. E2-C2 s/IEC 62271-100). Con mando motor, e interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Con mando manual. Incluye: Relé de protección comunicable ekorRPA, indicador presencia tensión y Sensores de intensidad.

NOTA:

- Se cumplirá con la normativa MT 2.80.14 de I-DE REDES INTELIGENTES S.A.U
- BESS: Battery Energy Storage System.

1.B Celda Telemandada a Centro de Trasnformacion Particular. CGMCOSMOS-1L

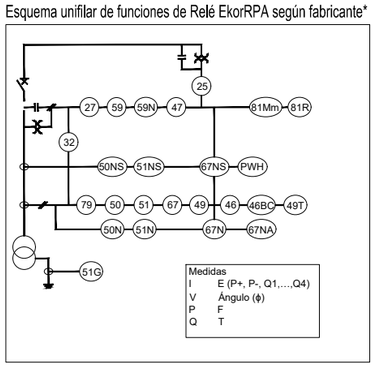
1.C Celda Telemandada Entrada desde red. CGMCOSMOS-1L

1.A Celda Salida a red. CGMCOSMOS-1L

1.D Celda para Servicios Auxiliares. CGMCOSMOS-1A

Esquema cumpliendo con lo establecido en la normativa MT 3.53.01 I-DE Redes Inteligentes SAU.

Esquema unifilar de funciones de Relé EkorRPA según fabricante*



**Las protecciones pueden conectarse en triangulo semi abierto siguiendo la normativa vigente de i-DE asi como las recomendaciones del fabricante.*

PROYECTO:	CLIENTE:
BESS AGUIJÓN	NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO:
ESQUEMA UNIFILAR BT SIMPLIFICADO

Nº PLANO	HOJA:
1325-EL	1 DE 1

PAPEL:
TAMAÑO ORIGINAL "420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

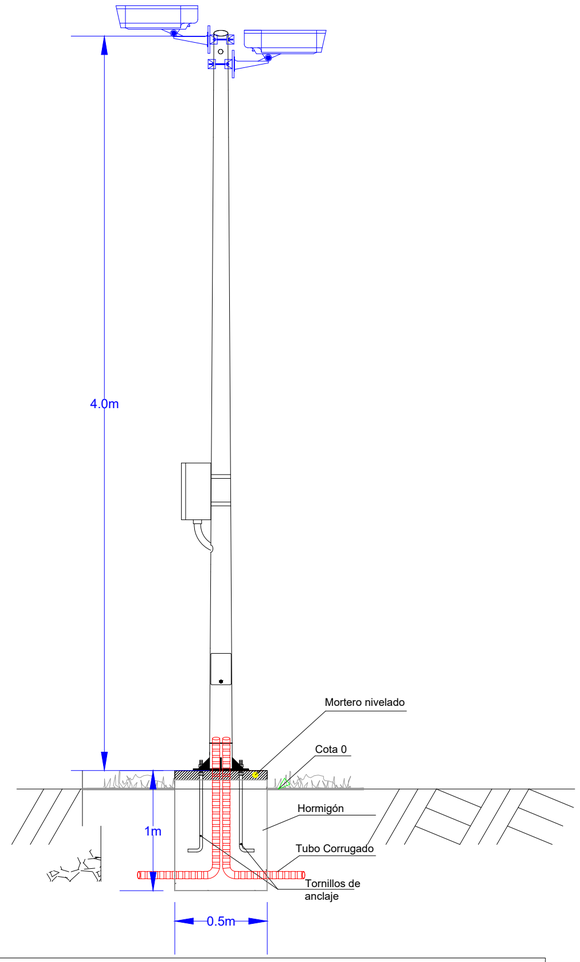
FIRMADO POR:
D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
☒ Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL, EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1325-EL-DRW-RNX-00-ESQUEMA UNIFILAR MT SIMPLIFICADO.DWG

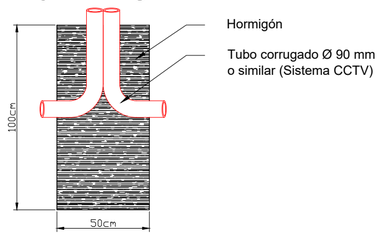


NOTES:

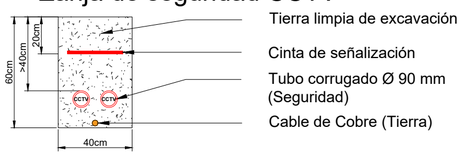
LA POSICIÓN EXACTA DE LA CÁMARA SERÁ DEFINIDA POR EL ALCANCE DE LOS TRABAJOS. EL PLANO MUESTRA UNA POSICIÓN APROXIMADA.

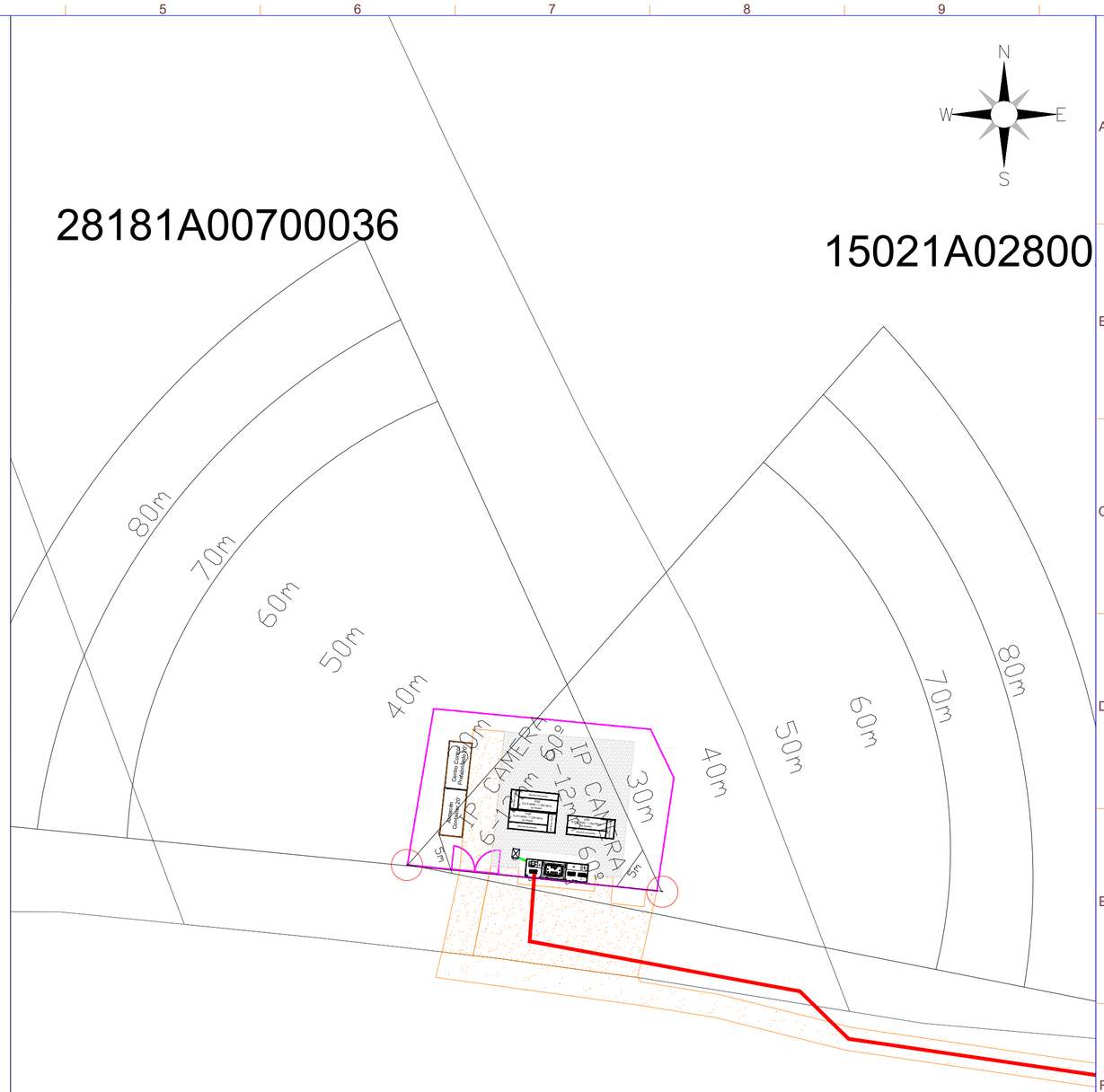
LOS SOPORTES SERÁN GALVANIZADOS EN CALIENTE POR INMERSIÓN.

Zanja de seguridad en cámara



Zanja de seguridad CCTV





LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	CTPMC
	Inversores (PCS) + Sistema de Almacenamiento (ESS)
	Zona de grava
	Armario SSAA
	Zanja Línea Evacuación
	Vial interior de Planta
	Parcelas Catastro
	Cámaras CCTV
	Almacén y Centro de Control

Potencia Instalada :	3,78 MW
Potencia POI (Cons/Gen.):	3,5MW / 2,20 MW
Sistema de Almacenamiento de energía (ESS)	
Modelo ESS:	SUNGROW ST5015UX-4H
Potencia Contenedor:	1.254 kW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Contenedor:	5.015 kWh (DoD:100%; SoH;100%)
Cantidad Contenedor:	3 ud
Potencia Total:	3,76 MW (DoD:100%; SoH;100%)
Capacidad Total:	15,045 MWh (DoD:100%; SoH;100%)
Ratio carga/descarga:	≤ 0.25 C
Sistema de Conversion de Potencia (PCS)	
Inversor:	SUNGROW SC210HX
Potencia Inversor:	210 kW
Cantidad Inversor:	18 ud
Potencia Total Inversor:	3,78 MW
Estación de transformación (TS)	
Potencia Transformador:	3.800 kVA
Cantidad TS:	1 ud
Relación Transformación:	690V/20kV

Municipio:	Villaviciosa de Odón
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 425680,622 Y: 4469571,259 H: 30

PROYECTO: BESS AGUIJÓN

CLIENTE: NANGA INVESTMENTS S.L.

TITULO: CCTV

Nº PLANO: 1815-SC

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	01.07.2025	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Moreno Sanchez
Colegiado nº 1.327
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

Renerix ENGINEERING
RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
X Desarrollo ☐ Construcción ☐ As Built

5794901VK2659

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2025.07-BESS-AGU-1815-SC-DRW-RNX-00-CCTV.DWG

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

PLIEGO DE CONDICIONES

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN
MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 CONDICIONES GENERALES 5

1.1 OBJETO 5
1.2 CAMPO DE APLICACIÓN 5
1.3 DISPOSICIONES GENERALES 5
1.3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES 5
1.3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO 6
1.3.3 SEGURIDAD PÚBLICA 6
1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO 7
1.4.1 DATOS DE LA OBRA 7
1.4.2 REPLANTEO DE LA OBRA. 7
1.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO. 8
1.4.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL. 8
1.4.5 ORGANIZACIÓN. 8
1.4.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. 8
1.4.7 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS. 9
1.4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN. 9
1.4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL. 10
1.4.10 PERIODOS DE GARANTÍA. 10
1.4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA. 10
1.4.12 PAGO DE OBRAS. 11
1.4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS. 11
1.5 DISPOSICIÓN FINAL. 11

2 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN 12

2.1 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA. 12
2.2 ZANJAS. 12
2.2.1 ZANJAS EN TIERRA. 12
2.2.1.1 EJECUCIÓN. 12
2.2.1.2 DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN. 16
2.2.2 ZANJAS EN ROCA. 17
2.2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES. 17
2.2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS. 17
2.2.5 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS. 18
2.3 GALERÍAS. 18
2.3.1 GALERÍAS VISITABLES. 18
2.3.2 GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES. 20
2.4 ATARJEAS O CANALES REVISABLES. 20
2.5 BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED. 21
2.6 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. 21
2.6.1 MATERIALES. 22
2.6.2 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN. 23
2.6.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES. 24
2.6.3.1 CRUZAMIENTOS. 24

2.6.3.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. 25
2.6.3.3 ACOMETIDAS (CONEXIONES DE SERVICIO). 26
2.7 TENDIDO DE CABLES. 27
2.7.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA. 27
2.7.1.1 MANEJO Y PREPARACIÓN DE BOBINAS. 27
2.7.1.2 TENDIDO DE CABLES. 27
2.7.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES. 29
2.7.2.1 TENDIDO DE CABLES EN TUBULARES. 29
2.7.2.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA. 30
2.8 MONTAJES. 30
2.8.1 EMPALMES. 30
2.8.2 BOTELLAS TERMINALES. 31
2.8.3 AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR. 31
2.8.4 HERRAJES Y CONEXIONES. 31
2.8.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS. 32
2.8.5.1 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE HORMIGÓN. 32
2.8.5.2 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE LADRILLO. 32
2.9 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS. 32
2.10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES. 33
2.11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. 33
2.12 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN. 34

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

1.2 CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes subterráneas de media tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

1.3 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

1.3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

e) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

f) Real Decreto 105/2008, de 1 de ABRIL, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.3.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

1.4.1 DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.4.2 REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

1.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

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

1.4.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

1.4.5 ORGANIZACIÓN.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

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 cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.4.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de los dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.4.7 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

1.4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

1.4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detallados para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

1.4.10 PERIODOS DE GARANTÍA.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

1.4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra

y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.4.12 PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

1.4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

1.5 DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

2 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN

2.1 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de media tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).

- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.

- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.

- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

2.2 ZANJAS.

2.2.1 ZANJAS EN TIERRA.

2.2.1.1 EJECUCIÓN.

Su ejecución comprende:

a) Apertura de las zanjas.
b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
f) Tapado y apisonado de las zanjas.
g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.2.1.2 DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

2.2.1.2.1 Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

2.2.1.2.2 Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

2.2.1.2.3 Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

2.2.2 ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

2.2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.2.5 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

2.3 GALERÍAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

2.3.1 GALERÍAS VISITABLES.

- Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 ºC. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 ºC, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

2.3.2 GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de media tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

2.4 ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

2.5 BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de media tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con al ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

2.6 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincandora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

B) Para el cruce de ferrocarriles.

C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.

D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.

E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

2.6.1 MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

2.6.2 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

2.6.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

2.6.3.1 CRUZAMIENTOS.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los

empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

2.6.3.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables de media tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o media tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un

impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de media tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

2.6.3.3 ACOMETIDAS (CONEXIONES DE SERVICIO).

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

2.7 TENDIDO DE CABLES.

2.7.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

2.7.1.1 MANEJO Y PREPARACIÓN DE BOBINAS.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

2.7.1.2 TENDIDO DE CABLES.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurran paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras

aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

2.7.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

2.7.2.1 TENDIDO DE CABLES EN TUBULARES.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

2.7.2.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

2.8 MONTAJES.

2.8.1 EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

2.8.2 BOTELLAS TERMINALES.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

2.8.3 AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. Ø inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

2.8.4 HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

2.8.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

2.8.5.1 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE HORMIGÓN.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

2.8.5.2 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE LADRILLO.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

2.9 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

2.10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

2.11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
d) Puntos de control de ejecución y notificación.
e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
h) Inspección durante la fabricación / construcción.
i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

2.12 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

PRESUPUESTO

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN
MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Avenida de Bruselas, 31 – 28108 Alcobendas (Madrid)

nexer

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

INDICE

1 PRESUPUESTO. DESCOMPUESTOS 4

1.1 PRESUPUESTO PLANTA ALMACENAMIENTO BESS 4

2 PRESUPUESTO RESUMEN 7

1 PRESUPUESTO. DESCOMPUESTOS

A continuación se detalla el presupuesto por subpartidas.

1.1 PRESUPUESTO PLANTA ALMACENAMIENTO BESS

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1	**Capítulo**		**ACTUACIONES PREVIAS**		**9.800,00**	**9.800,00**
1.01	Partida	Ud	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS E HIDROLÓGICOS Estudio geotécnico e hidrológico del terreno en cualquier tipo de suelo. Todo ello recogido en el correspondiente informes con especificación de cada uno de los resultados obtenidos, conclusiones y validez del estudio sobre parámetros para el diseño.	1,000	3.300,00	3.300,00
1.02	Partida	Ud	ESTUDIO TOPOGRÁFICO Levantamiento Topográfico de detalle.	1,000	2.000,00	2.000,00
1.03	Partida	Ud	INGENIERÍA Y CÁLCULOS PREVIOS	1,000	4.500,00	4.500,00
			1		**9.800,00**	**9.800,00**
2	**Capítulo**		**OBRA CIVIL**		**76.613,91**	**76.613,91**
2.01	Partida	m2	DESBROCE Y DESTOCONADO Desbroce y destoconado de la superficie de actuación con medios mecánicos, con carga y transporte a vertedero dentro de la parcela de los productos sobrantes para acopio temporal y posterior uso de la tierra vegetal dentro de la parcela.	643,000	1,500	964,50
2.02	Partida	m3	VIALES INTERNOS Y ACCESOS Suministro, extendido, nivelado y compactado por medios mecánicos de grava granulometría 40/80 mm, en capas de base de 10/20 cm de espesor, por tongadas según pendiente y medido sobre perfil, incluso preparación de la superficie de asiento, riego y refino hasta alcanzar un Proctor modificado del 90-95%, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares, memoria y planos, totalmente terminado.	110,330	25,60	2.824,45
2.03	Partida	m3	DESMONTE Desmonte en terreno blando con medios mecánicos, carga sobre camión y transporte a zona de extendido dentro de la obra. Medido sobre perfil teórico.	500,000	8,50	4.250,00
2.04	Partida	m3	TERRAPLENADO Formación de terraplenado a cielo abierto para cimiento de terraplén, mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material de la propia excavación, que cumple los requisitos expuestos en el art. 330.3.1 del PG-3 y posterior compactación mediante equipo mecánico hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio), y ello cuantas veces sea necesario, hasta conseguir la cota de subrasante. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo del material y humectación del mismo.	500,000	10,30	5.150,00
2.05	Partida	m	VALLADO Vallado perimetral formado por malla de las características indicadas en memoria y planos, p.p. puertas, incluidos refuerzos en cambios de dirección, tornapuntas y tornillería necesarios. Se incluye la apertura de la cimentación así como el relleno de hormigón. Totalmente terminado.	103,000	10,00	1.030,00
2.06	Partida	m	DRENAJES Drenajes para evacuación de agua de la planta fv mediante cunetas superficiales revestidas de hormigón o en terreno natural según estudio y proyecto. Totalmente terminadas	120,000	35,00	4.200,00
2.07	Partida	PA	CANALIZACIONES ELECTRICAS Y OBRA CIVIL Todas la canalizaciones necesarias para la construcción de la planta, incluidos los pequeños trabajos de obra civil.	1,000	12.924,96	12.924,96
2.08	Partida	PA	Perforación Horizontal Dirigida (PHD) Trabajos de perforación horizontal dirigida (PHD) para la instalación de la línea subterránea de evacuación.	150,900	300,00	45.270,00
			2		**76.613,91**	**76.613,91**

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
3	**Capítulo**		**CONTENEDORES DE BATERÍAS**		**2.161.875,00**	**2.161.875,00**
3.01	Partida	ud	CONTAINER ESS SUNGROW ST5015UX-4h Suministro e instalación del container de baterías ST5015UX-4h de SUNGROW equipados con 6 inversores PCS SUNGROW SC210HX según memoria y planos, acorde con manual e instrucciones del fabricante.	3,000	635.625,00	1.906.875,00
3.02	Partida	ud	CIMENTACIÓN CON ZAPATA CORRIDA PARA CONTAINER ESS Cimentación de hormigón armado, tipo zapata corrida, cantidad 2 por contenedor, hecha con hormigón fabricado en planta y vertido por camión, y acero, dimensiones según planos y memoria. De acuerdo con las normas nacionales. Según manual e instrucciones del fabricante.	3,000	85.000,00	255.000,00
			3		**2.161.875,00**	**2.161.875,00**
4			**CENTRO DE TRANSFORMACION PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL**		**88.200,00**	**88.200,00**
4.01	Partida	ud	CENTRO DE TRANSFORMACION PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL Suministro e instalación de Centro de Transformación, PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL con transformador de potencia y celdas de MT, según características indicadas en la memoria incluso p.p. de sujeción de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Según memoria y planos, de acuerdo a compañía. Totalmente instalado, funcionando, puesta en marcha, medios de elevación, ayudas de albañilería conexiones, p.p. pequeño material, etc...	1,000	88.200,00	88.200,00
			4		**88.200,00**	**88.200,00**

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
5	**Capítulo**		**INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT PLANTA ALMACENAMIENTO**		**37.460,40**	**37.460,40**
5.01	**Capítulo**		**INSTALACION ELECTRICA BT**		**16.468,80**	**16.468,80**
5.01.02	Partida	m	CIRCUITO A.C. 1x240 MM2 CU 0,6/1KV AC XZ1(S) Conductor Unipolar de sección 1x240 MM2 de Cobre, instalado directamente enterrado, tensión de aislamiento 0,6/1KV, ensayado y aprobado por el fabricante a. se incluye zanja de canalización y cierre de la misma. Incluso p.p.de pequeño material, conexionado, etc. Totalmente instalado y verificado.	864,000	1,70	1.468,80
5.01.03	Partida	PA	PROTECCIONES BT Cuadros y protecciones necesarios, según proyectos, para la instalacion de baja tension en el lado del campo generador. Inlcuido pequeño material	3,000	5.000,00	15.000,00
			5.01		**16.468,80**	**16.468,80**
5.02	**Capítulo**		**INSTALACION ELECTRICA BT SERVICIOS AUXILIARES**		**12.741,60**	**12.741,60**
5.02.01	Partida	ud	INSTALACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES Suministro e instalación de alimentación de servicios auxiliares comunes de la planta, para sistema de seguridad y monitorización. Totalmente instalado, probado y funcionando	1,000	2.500,00	2.500,00
5.02.02	Partida	ud	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES Suministro e instalación del transformador de servicios auxiliares para la planta según especificaciones técnicas del proyecto. Incluye transporte e instalación del mismo, así como pequeño material necesario para ello. Totalmente instalado, probado y funcionando. De acuerdo a normativa y siguientdo manuales e instrucciones del fabricante.	1,000	10.241,60	10.241,60
			5.02		**12.741,60**	**12.741,60**

5.03	**Capítulo**		**RED DE TIERRAS**		**4.750,00**	**4.750,00**
5.03.01	Partida	PA	RED DE TIERRAS Suministro e Instalación de Conductor de Cu 70mm2 desnudo para formación de red de tierra de la planta, se colocara en zanja, incluso conexiones con con red de tierras de centros de transformación, incluido terminales de conexión, soldaduras, grapas de fijación y empalmes necesarios. Incluso suministro y colocación de Picas de puesta a tierra de acero cobrizado (acero y tratamiento superficial de cobre mediante tratamiento electrolítico de 100 micras), longitud 2m y diámetro 14,2mm, incluso material necesario para soldadura electrolítica con cable de cobre, con soldadura aluminotérmica.Totalmente instalado.	1,000	4.750,00	4.750,00
			5.03		**4.750,00**	**4.750,00**
Código	**Tipo**	**Ud**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio (€)**	**Importe (€)**
5.04	**Capítulo**		**MANO DE OBRA INSTALACION ELECTRICA BT**		**3.500,00**	**3.500,00**
5.04.01	Partida	ud	MANO DE OBRA INSTALACION ELECTRICA BT Instalacion y montaje de todo lo relacionado con la instalacion electrica en Baja Tension (AC y DC) de la planta	1,000	3.500,00	3.500,00
			5.04		**3.500,00**	**3.500,00**
			5		**37.460,40**	**37.460,40**
6			**INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT PLANTA ALMACENAMIENTO**		**57.100,00**	**57.100,00**
6.01	Partida	m	LÍNEA DE EVACUACION MT (DESDE CTPMC A CS) 3X240 MM2 AL 12/20 KV Línea eléctrica de media tensión de evacuación, desde CTPMC a CS, Al 12/20 kV RHZ1 o similar directamente enterrada en zanja, realizada con cables conductores de 3(1x240)Al HEPRZ1 12/20 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), apantallado, con alambre de cobre de sección total 16 mm2, no armado, para una tensión nominal 12/20 kV, suministro y colocación de cables conductores, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado, incluso parte proporcional de terminales, empalmes y obra civil para zanjeado según planos. Totalmente instalado, incluso coca en arqueta final para su conexión.	573,000	100,00	57.100,00
			6		**57.100,00**	**57.100,00**
Código	**Tipo**	**Ud**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio (€)**	**Importe (€)**
7	**Capítulo**		**SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA**		**15.200,00**	**15.200,00**
7.01	Partida	ud	SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA Suministro y montaje de sistema perimetral de seguridad y videovigilancia incluyendo postes de acero galvanizado para montaje de videocámaras, sistema de control de acceso, sistema de anti intrusión personal, CCTV incluyendo cámaras con visión infrarroja, focos infrarrojos con sus lámparas, red de datos de seguridad, centro de seguridad local, repuestos para montaje y puesta en servicio, almacenamiento, embalaje y transporte, totalmente instalado, incluyendo medios de elevación, accesorios, preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar una correcta instalación, calibrado y pruebas con CRA.	1,000	15.200,00	15.200,00
			7		**15.200,00**	**15.200,00**
8	**Capítulo**		**SEGURIDAD Y SALUD**		**4.900,00**	**4.900,00**
8.01	Partida	ud	SEGURIDAD Y SALUD Partida Alzada a justificar por el cumplimiento de la Normativa de Seguridad y Salud en la Construcción, tanto a nivel de protecciones individuales como Colectivas, según estudio de seguridad y salud.	1,000	4.900,00	4.900,00
			8		**4.900,00**	**4.900,00**
9	**Capítulo**		**GESTIÓN DE RESIDUOS**		**7.350,00**	**7.350,00**
9.01	Partida	ud	GESTIÓN DE RESIDUOS Partida alzada a justificar para la correcta gestión de los residuos derivados de la construcción y embalajes, así como su tratamiento en vertederos y/o gestores autorizados, según estudio de gestión de residuos.	1,000	7.350,00	7.350,00
			9		**7.350,00**	**7.350,00**
			TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**2.458.499,31**	**2.458.499,31**

2 PRESUPUESTO RESUMEN

A continuación, se detalla el presupuesto de la planta de almacenamiento e interconexión con las partidas generales.

INSTALACION DE ALMACENAMIENTO		
1	ACTUACIONES PREVIAS	9.800,00 €
2	OBRA CIVIL	76.613,91 €
3	CONTENEDORES DE BATERÍAS	2.161.875,00 €
4	CENTRO DE TRANSFORMACION PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL	88.200,00 €
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT PLANTA ALMACENAMIENTO	37.460,40 €
6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT PLANTA ALMACENAMIENTO	57.100,00 €
7	SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA	15.200,00 €
8	SEGURIDAD Y SALUD	4.900,00 €
9	GESTIÓN DE RESIDUOS	7.350,00 €
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL		2.458.499,31 €
	13% GASTOS GENERALES	319.604,91 €
	6% BENEFICIO INDUSTRIAL	147.509,96 €
PRESUPUESTO DE CONTRATA BESS		2.925.614,18 €
	IVA	614.378,98 €
PRESUPUESTO TOTAL PLANTA BESS		3.539.993,16 €

Este presupuesto total asciende a **TRES MILLONES QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS Y DIECISÉIS CÉNTIMOS.**

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS SL

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE) "BESS AGUIJÓN"

VILLAVICIOSA DE ODÓN MADRID

JULIO 2025

PROMOTOR: NANGA INVESTMENTS, S.L.
Paseo de la Castellana 141 – 15A, 28046 Madrid

nexer

Renerix ENGINEERING

Preparado para:

NANGA INVESTMENTS SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**06/07/2025**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 MEMORIA 5

1.1 OBJETO. 5
1.1.1 OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD. 5
1.1.2 DESIGNACIÓN DE COORDINADORES. 5
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA 7
1.2.1 PROPIETARIO 7
1.2.2 SITUACIÓN 7
1.2.3 ACCESOS 8
1.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 8
1.2.5 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR 9
1.2.6 DEFINICIÓN DE LA OBRA 10
1.2.7 PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCIÓN 11
1.2.8 PLAZO DE EJECUCIÓN 11
1.2.9 NÚMERO DE TRABAJADORES 11
1.2.10 INSTALACIONES PROVISIONALES 11
1.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS 13
1.3.1 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES 14
1.3.2 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS 39
1.3.3 NORMAS ORGANIZATIVAS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 46
1.3.3.1 GENERAL 46
1.3.3.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 46
1.3.3.3 OBJETO DEL PLAN DE EMERGENCIA 47
1.3.3.4 PLAN DE EMERGENCIA 47
1.3.3.5 IZADO DE CARGAS 52
1.3.3.6 TRABAJOS EN ALTURA 52
1.3.3.7 EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS 54
1.3.3.8 TRABAJOS DE HORMIGÓN 55
1.3.3.9 MONTAJE ELÉCTRICO 56
1.3.3.10 PINTURA 57
1.3.3.11 PRUEBAS 57
1.3.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL 57
1.3.5 PRIMEROS AUXILIOS 58

2 PLIEGO DE CONDICIONES 60

2.1 CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL 60
2.1.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 60
2.1.2 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS 61
2.1.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 64
2.1.4 ASIGNACIÓN Y PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS 65
2.1.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD Y ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 66
2.1.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. 66
2.1.7 LIBRO DE INCIDENCIAS 67
2.1.8 PRECIOS CONTRADICTORIOS 67
2.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA 68

2.2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 68
2.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN 69
2.2.3 MEDIOS AUXILIARES 69
2.2.4 ÚTILES Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES 69
2.2.5 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE 69
2.2.6 INSTALACIONES PROVISIONALES 70
2.3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA 71
2.4 NORMAS GENERALES 72
2.5 NORMAS PARTICULARES 73
2.5.1 POLÍTICA SOBRE ALCOHOL Y DROGAS 73
2.5.2 TRÁFICO 73
2.5.3 EXCAVACIONES 74
2.5.4 ANDAMIOS 75
2.5.5 IZADO DE CARGAS 75
2.5.6 TRABAJOS DE SOLDADURA 77
2.5.7 INSTALACIONES PROVISIONALES 78
2.5.8 INTERFERENCIAS 83
2.5.9 PRENDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL 83
2.5.10 MEDIO AMBIENTE 86
2.5.11 FORMACIÓN 87
2.5.12 ORGANIZACIÓN 88
2.5.13 CONTROL DE PERSONAL, EQUIPOS DE TRABAJO, MATERIALES, PRODUCTOS Y SERVICIOS 88
2.5.14 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 89
2.5.15 SANCIONES 89

3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO 90

4 CONCLUSIONES 92

5 PLANOS 93

6 ANEXOS 104

1 MEMORIA

1.1 OBJETO.

1.1.1 OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD.

Se redacta el presente "Plan de Seguridad y Salud" a fin de dar cumplimiento al R.D. 1627/97 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, atendiendo a lo preceptuado en la Ley 31/1995 de la cual se deriva dicho R.D., así como la Ley 54/2003, de 12 de diciembre de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Teniendo en cuenta, en su redacción, la aplicación de las demás disposiciones legales vigentes en materia de Seguridad y Salud que previsiblemente puedan afectar al desarrollo de la obra de esta instalación eléctrica.

Este documento, conforme a lo indicado en el Artículo 7, Punto 3, del R.D. 1627/97, constituye la Evaluación de Riesgos de la obra considerada.

Los instrumentos en los que se basa para la gestión y aplicación del presente Plan de Prevención será la evaluación de riesgos y si fuera necesario una planificación de la acción preventiva.

1.1.2 DESIGNACIÓN DE COORDINADORES.

El Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de proyecto será nombrado por la empresa que prepara el presente documento.

El Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución será nombrado por la empresa externa que hará el seguimiento de la ejecución de la obra y que esté especializada en esta labor.

El jefe de obra será designado por la presente empresa para llevar a cabo dicho proyecto conforme a lo especificado.

El objeto del presente Plan es analizar, estudiar y planificar en función del propio sistema de ejecución, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes profesionales, la evaluación de los riesgos y las instalaciones de higiene y bienestar.

En definitiva, se pretende cumplir con la legislación vigente y eliminar de la obra la siniestralidad laboral y la enfermedad profesional, elevando así el nivel de las condiciones de trabajo de esta construcción.

En función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, se podrán incorporar los Anexos oportunos al presente Plan de Seguridad y Salud. Dichos anexos y el resto que incluye este Plan de Seguridad y Salud deberán ser aprobados por el coordinador de Seguridad y Salud antes del inicio de todos los trabajos.

El Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de la Dirección Facultativa.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor efectuará un AVISO PREVIO a la autoridad laboral competente, todo ello de acuerdo con el Anexo III del R.D. 1627/1997 y en la forma que, en su caso, esté establecida por la Dirección General de Trabajo.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

1.2.1 PROPIETARIO

Como se ha indicado en la Memoria del proyecto, el presente proyecto se redacta a petición del titular de la planta proyectada:

Nombre de la Sociedad: **NANGA INVESTMENTS, S.L.**
CIF: **B56632664**
Domicilio social: **Paseo de la Castellana 141 – 15A, 28046 Madrid**
Contacto: Ana Collado Martínez-Azua Telf.: 617079300 email: acollado@nexer.es

1.2.2 SITUACIÓN

La instalación se encuentra encuadrada en unas parcelas pertenecientes al Término Municipal de VILLAVICIOSA DE ODON, provincia de MADRID (España).

Las coordenadas ETRS89/UTM de referencia y geográficas para el punto central de la instalación son:

X: 426478,23
Y: 4460819,14
Huso: 30

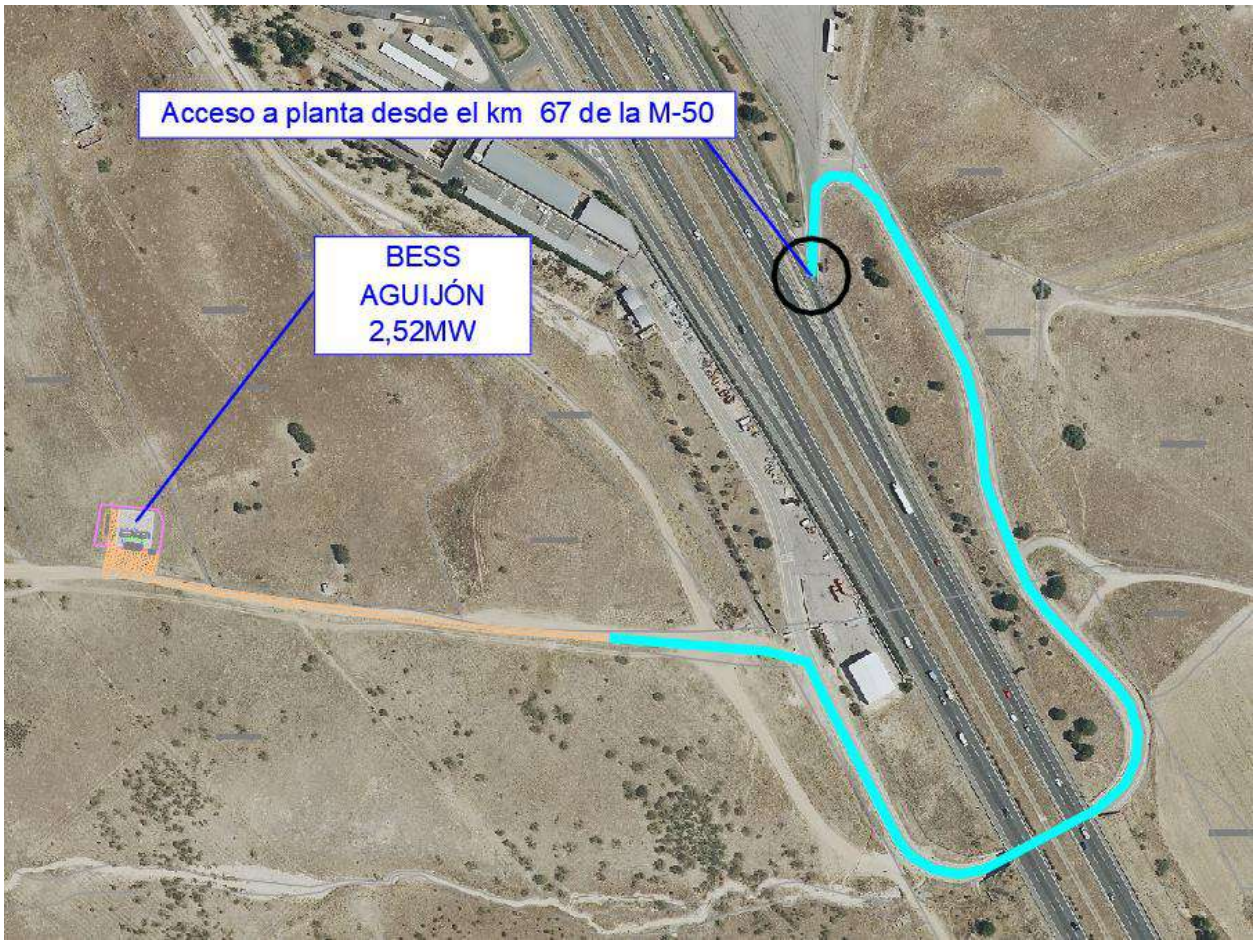
Este punto central se encuentra dentro de las parcelas correspondientes al vallado de la instalación del Sistema De Almacenamiento, concretamente en la parcela con R.C. 28181A007000360000SE.

Las instalaciones proyectadas en las siguientes referencias catastrales:

PROVINCIA	MUNICIPIO	REF. CATASTRAL	POL	PARCELA
MADRID	VILLAVICIOSA DE ODON	28181A007000360000SE	7	36

1.2.3 ACCESOS

El acceso a la instalación se realizará dentro del T.M de VILLAVICIOSA DE ODON desde un camino de nueva construcción que comunica con la salida de la M-50 situada en el Km 67 (ya construido).



1.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La obra objeto de este documento consiste en la construcción de un **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED (STAND ALONE)** denominado **BESS AGUIJÓN** y las condiciones de

conexión a la red, situada en el término municipal de **VALDEMORILLO**, provincia de MADRID (España), y con la finalidad de obtener la necesaria Autorización Administrativa Previa.

Para ello se tendrá en cuenta la normativa Estatal, Autonómica y Municipal vigente en la fecha de redacción de este documento, y se podrá emplear para solicitar cualesquiera otros permisos, licencias y autorizaciones requeridas para su legalización.

Este SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED también es conocido como **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO STAND-ALONE CONECTADO A RED.**

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

Se abordará, en la presente memoria, la definición de los siguientes elementos:

- **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA** ELÉCTRICA MEDIANTE BATERÍAS CON CARGA Y DESCARGA A LA RED "BESS AGUIJÓN", de:
  - Potencia Instalada Activa: 3,78 MW
  - Potencia de nominal de Consumo: 3,50 MW
  - Potencia de nominal de Generación: 2,20 MW
  - Capacidad de Almacenamiento: 15,045 MWh
- **LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN** (<36kV):
  - Línea de Evacuación "CTPMC BESS AGUIJÓN -CS" (LSMT) de 20 KV

1.2.5 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Se pretende la realización de:

- Instalación y montaje de los equipos de almacenamiento.
- Conexión de las ramas de módulos formadas con el cable de la sección determinada, recepción y colocación del mismo, conexión tendida del cable y obra civil para llevarlo

hasta el centro de transformación protección y medida, interconectando este último al punto de conexión a red.

1.2.6 DEFINICIÓN DE LA OBRA

Fases de Ejecución:

1. Tareas previas:
   - Cerramiento perimetral del terreno.
   - Señalización. Se colocará la señalización de la obra en la entrada al terreno.
   - Instalaciones provisionales. Montaje de las casetas e instalaciones de obra.
2. Obra civil:
   - Explanación y relleno. Se procede al desmonte y relleno.
   - Cerramiento definitivo del solar. Consistente en postes metálicos y una malla metálica de dos metros de altura.
   - Apertura de zanjas u pozos. Para la red de tierra otras zanjas y para el cableado eléctrico.
   - Colocación de las estructuras
3. Centro de transformación protección y medida:
   - Instalación edificios.
   - Montaje eléctrico. Se realiza sin tensión.
4. Conexión a la red de la empresa
   - Tendido de cables.
   - Conexión a la red.
5. Instalación del sistema de seguridad perimetral:
   - Montaje de postes anclado en hormigón soportes del sistema.
   - Instalación de fuentes emisoras y receptora y cámaras de seguridad. Se realizará con un grupo electrógeno que contará con un cuadro de baja tensión según normativa vigente.
6. Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

1.2.7 PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCIÓN

El presupuesto total de ejecución material de la planta de almacenamiento y la instalación de interconexión será de: **2.458.499,31 €**

1.2.8 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución se estima en SIETE meses a partir de la fecha de comienzo de las obras, incluidas la fase de pruebas y la puesta en marcha.

1.2.9 NÚMERO DE TRABAJADORES

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia en la obra de 10 trabajadores cuando coincidan las fases de montaje e instalación eléctrica. Este número debe considerarse aproximado, pudiendo variar, en función de las diferentes alternativas de organización del trabajo.

1.2.10 INSTALACIONES PROVISIONALES

Para la construcción de la instalación de almacenamiento se prevé la necesidad de disponer de algunas instalaciones de tipo provisional, que sirvan de apoyo e infraestructura básica del contratista y empresas subcontratistas.

Se dispondrá de un estacionamiento para vehículos, exteriormente a la valla de cerramiento de la instalación.

La solicitud de la parcela necesaria para emplazar las instalaciones provisionales del subcontratista se realizará por escrito y siempre de acuerdo con las necesidades que indique cada subcontratista mediante previa solicitud. Esta zona (o zonas) será identificada, señalizada, vallada, vigilada y mantenida por el subcontratista, a su coste, hasta la finalización de la obra. Con la desmovilización del subcontratista, éste retirará todas sus instalaciones provisionales y dejará el terreno tal y como le fue entregado.

Las instalaciones provisionales dispondrán de calefacción, en invierno, sin que puedan utilizarse para ello aparatos de llama abierta.

No se instalarán comedores dentro del recinto de la central. Tampoco está permitido que el personal almuerce en la zona de trabajo, por lo que cada subcontratista deberá disponer los medios para que su personal abandone dicha zona durante el período de las comidas, así como mantener en perfecto estado de orden y limpieza la zona que se haya asignado, disponiéndose para ello de contenedores de desechos y de chatarra.

1.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS

En este apartado se analizarán en primer lugar los riesgos inherentes a actividades que se realizan en este tipo de obra con carácter general, para posteriormente pasar a considerar actividades más específicas, efectuando un análisis más exhaustivo de los mismos.

Una de las razones principales por la que analizamos en vez de por puesto de trabajo por actividad, es porque un mismo empleado puede estar en distintas actividades con distintos riesgos y estos durante el periodo que está realizando esa actividad.

También porque distintos tipos de empleados (eléctricos, mecánicos, …) pueden estar bajo los mismos riesgos por realizar un trabajo concreto y así podemos englobarlos.

Las actividades que puede desempeñar un empleado dependerán del grupo al que se le asigne, con riesgos específicos a esa actividad en concreto como se va a ver a continuación.

Por otra parte, la figura del jefe de obra no se ha introducido en ninguna actividad en concreto ya que en realidad está supervisando todas y tendrá los riesgos de todas ellas. En la evaluación tendrá la menor valoración posible, ya que no estará en esa actividad, solo la supervisará.

1.3.1 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

Las siguientes tablas muestran los riesgos y medidas preventivas de actividades generales, entendiendo por tal, aquellas que suelen aparecer en cualquier obra de construcción:

MOVIMIENTO DE TIERRAS				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.	Descarga de materiales voluminosos y su distribución por la obra.			
Desbroce	Riego el terreno			
Explanación de terrenos	Tránsito de vehículos pesados			
Compactado de la parcela	Movimiento de tierra retirada			
MAQUINARIA		HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES		
Camión. Traillas. Cuba para regar. Tractores. Retroexcavadoras. Vehículos.		Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Niveles láser.	
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Atropellos, golpes, vuelcos de maquinaria y falsas maniobras.	Evitable	Muy grave	Medio	Medio
1. Proyección de partículas a los ojos. Polvo	Evitable	Grave	Bajo	Bajo
2. Riesgos de daños a terceros.	Evitable	Medio	Medio	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN		
Riesgo 1: • **Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.** • **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.** • **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria de desbroce, siempre que estén en funcionamiento. Señalización "Prohibido permanecer bajo radio de acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.** • **Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación.** • **Entrega de instrucciones de seguridad, y autorización al personal especializado en el manejo de la máquina.** • **Cuando el operador no tiene visibilidad o realice maniobras cerca de instalaciones eléctricas como líneas aéreas debe ser dirigido por un señalista.** • **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.** • **Se darán las instrucciones necesarias para la correcta realización de los trabajos.** • **La zona de trabajo se aislará mediante barreras y cinta de balizamiento.** • **Protección de peatones: Se señalizará con "PELIGRO MAQUINAS TRABAJANDO".** • **Las máquinas estarán dotadas de señal acústica de marcha atrás.** **Riesgo 2:** • **Se usarán gafas protectoras y mascarilla antipolvo.** • **Riego de pistas.** **Riesgo 3:** • **Se señalizará los accesos a las vías públicas mediante señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop.** • **Se regarán con frecuencia los tajos en los que sea necesario y las cajas de los camiones para evitar polvaredas.** • **Los acopios de materiales se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos.**		
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Conductores de la maquinaria.** • **Personal responsable del movimiento de tierras.**		
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**	
• **Utilización de calzado seguridad.** • **Guantes protección mecánica.** • **Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.** •**Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo** :	• **Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.**	

MOVIMIENTO DE TIERRAS EN PROXIMIDAD DE LINEAS ELECTRICAS

DESCRIPCIÓN	
Acopios de materiales.	Descarga de materiales voluminosos y su distribución por la obra.
Desbroce	Riego el terreno
Explanación de terrenos	Tránsito de vehículos pesados
Compactado de la parcela	Movimiento de tierra retirada

MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES	
Camión. Traillas. Cuba para regar. Tractores. Retroexcavadoras. Vehículos.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Niveles láser.

RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Atropellos Electrocución por descarga directa o arco eléctrico por proximidad a la línea aérea a los vehículos que realizan tareas de apertura de zanjas y movimiento de tierras.	Evitable	Grave	Bajo	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN

Riesgo 1:

- Manejar el vehículo a menor velocidad y con elementos extensibles o maniobrables recogidos y/o bajados
- Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la grúa.
- Señalar rutas seguras cuando las grúas deban circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea
- Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar vaivenes u oscilaciones de la grúa en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Prohibir que se toque la grúa o sus cargas hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- Conductores de la maquinaria.
- Personal responsable del movimiento de tierras.

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo :	• Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.	

EXCAVACIONES				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.	Realización de zanjas.			
Acondicionamiento de edificios	Preparación de encepados.			
MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES			
Camión. Retroexcavadoras. Mixtas.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Herramientas manuales (palas, …)		
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Caídas de personas a distinto nivel.	Evitable	Media	Medio	Medio
2. Caídas de personas al mismo nivel	Evitable	Baja	Bajo	Muy bajo
3. Atropellos, colisiones y vuelco de maquinaria.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
4. Desplome o corrimiento de tierras.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
5. Riesgos de daños a terceros.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
6. Vibraciones y ruido.	Evitable	Media	Medio	Medio
7. Interferencias con conducciones o servicios subterráneos.	Evitable	Baja	Bajo	Muy bajo

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **Se darán las instrucciones necesarias para la correcta realización de los trabajos de excavación.** • **La zona de trabajo se protegerá mediante barreras rígidas si el riesgo de caída es superior a 2 m., o cinta de balizamiento si la posible caída es inferior.** • **Esta absolutamente prohibido la permanencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas trabajando.** • **Protección de peatones: Valla de contención de peatones, señalización de advertencia y prohibición.** • **Protección del perímetro de las excavaciones, y del recorrido de las rampas, mediante barandilla rígida, o protección similar.** • **Para el acceso al fondo de las excavaciones, y comunicación entre los distintos niveles del terreno, se instalarán escaleras o torretas reglamentarias en todos los casos que sea necesario.** **Riesgo 2:** • **Suspender los trabajos cuando las condiciones climatológicas sean desfavorables (lluvia, viento, hielo, etc.).** • **Se exigirá la utilización de calzado de seguridad adecuado.** • **La zona de trabajo se aislará y balizará mediante barreras y cinta de balizamiento.** **Riesgo 3:** • **Uso de maquinaría por personal especializado y autorizado.** • **Programar y señalizar el recorrido de los vehículos de obra.** • **Empleo de topes para vehículos y maquinaria.** • **Señalización y acotado de la distancia de seguridad máxima de aproximación al borde de la excavación.** • **Uso de la maquinaría según recomendaciones del fabricante. Marcado CE.** • **Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas y vehículos.** • **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.** • **Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación. Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado y autorizado en el manejo de la máquina.** • **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria de excavación siempre que estén en funcionamiento. Señalización: "Prohibido permanecer bajo radio de acción las máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN		
Riesgo 4: • **No acopiar materiales en el borde de excavaciones y en zonas de influencia de talud.** • **Conocimiento de las características del terreno: nivel freático, sobrecargas, servicios y cimentaciones cercanas; para garantizar la estabilidad de los terrenos.** • **El sobreancho de la excavación y la inclinación de los taludes será la que se indique en el proyecto, o bien la que determine la Dirección Facultativa, de tal forma que no se puedan producir desprendimientos que afecten a los operarios que trabajen en el fondo de la excavación.** **Riesgo 5:** • **Se señalizarán los accesos a las vías públicas mediante señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop.** • **Se regarán con frecuencia los tajos en los que sea necesario y cajas de camiones para evitar polvaredas.** • **Los acopios de materiales se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos.** **Riesgo 6:** • **Se emplearán cinturones antivibratorios en los trabajos con martillos neumáticos.** • **Se usarán protección auditiva si el nivel sonoro sobrepasa el permitido.** **Riesgo 7:** • **Se verificará la ubicación de los posibles servicios afectados.** • **En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos, se dará aviso a la Jefatura de Obra.** • **En caso de aparecer un servicio o conducción no verificado, se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso a la Dirección de Obra, que darán las instrucciones oportunas a seguir.**		
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Conductores de la maquinaria.** • **Personal responsable del movimiento de tierras.**		
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**	
• **Utilización de calzado seguridad.** • **Guantes protección mecánica.** • **Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.** •**Casco de seguridad.** •**Cinturones antivibratorios.**	**Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.** **Señalización de advertencia.** **Valla de contención de peatones.**	

TERRAPLENES Y RELLENOS				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.				
Preparación de taludes y terraplenes.				
MAQUINARIA		**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**		
Camión. **Retroexcavadoras.** **Mixtas.**		**Generador eléctrico de gasolina.** **Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).**	**Herramientas manuales (palas, …)**	
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
1. Atropellos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
2. Golpes y aprisionamiento con partes móviles de la maquinaria.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**
3. Caídas al mismo o distinto nivel.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**
4. Colisiones y vuelcos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
5. Ambientes polvorientos	**Evitable**	**Baja**	**Bajo**	**Muy bajo**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **Todas las máquinas dispondrán de dispositivos sonoros y luminosos de marcha atrás.** • **Queda prohibido sentarse sobre la máquina o en sus inmediaciones.** • **Se señalizarán los recorridos de los vehículos y maquinaria.** • **En las maniobras en las que por el tamaño de la máquina no se pueda ver todas las partes de la misma, el conductor será auxiliado por un señalista.** • **Se utilizarán vallas de contención de peatones en aquellos casos en los que sea necesario.** **Riesgo 2:** • **Cualquiera que sea la manipulación a efectuar en la maquinaria o vehículo de obra, se hará con esta parada, extrayendo la llave de conexión, y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada. Se evitará realizar éstas en tramos con pendiente.** • **Está totalmente prohibido permanecer en el radio de acción de las máquinas.** • **El ayudante en las operaciones de descarga se situará suficientemente alejado del vehículo o maquinaria. Indicará mediante un jalón o sistema similar el lugar en el que debe producirse la descarga.** • **No se podrá transportar en las máquinas a personas, salvo que tengan asientos especialmente acondicionados para tal fin.** **Riesgo 3:** • **Se utilizarán los E.P.I.´s correspondientes, botas de goma antideslizante, etc.** • **En situaciones anormales (lluvia, niebla, etc.) se extremarán las precauciones. En caso necesario se suspenderán los trabajos.** **Riesgo 4:** • **Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo.** • **Las limitaciones de velocidad dependerán de las condiciones del tajo: accesos, número de personas que trabajen, visibilidad, etc.** • **Los traslados de máquinas pesadas que deban salir a carreteras, se realizarán precedidas de un coche piloto con indicadores, sin exceder las velocidades máximas autorizadas.** • **Después de bascular, la caja del vehículo deberá estar totalmente bajada antes de reanudar la marcha.** • **Se protegerán o balizarán los bordes de los terraplenes cuando se alcance la cota de coronación y se pare el tajo.** **Riesgo 5:** • **En zonas de producción de polvo, se regarán para evitar su emisión.** • **Se utilizarán los E.P.I.´s adecuados para obtener el nivel de exposición permitido.**
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Conductores de la maquinaria.** • **Personal responsable del movimiento de tierras.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. ••Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.	

ZANJAS Y POZOS				
DESCRIPCIÓN				
Apertura de zanjas.	Cierre de zanjas.			
Introducción de los tubos de las canalizaciones.				
MAQUINARIA	**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**			
Camión. Retroexcavadoras. Mixtas.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Herramientas manuales (palas, …)		
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Desprendimiento o corrimiento del terreno (riesgo de sepultamiento).	Evitable	Media	Bajo	Bajo
2. Caídas de personas al interior de la zanja.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
3. Vuelco o caída de vehículos o de maquinaria.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
4. Atropellos y golpes por maquinaria o vehículos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
5. Riesgos de daños a terceros.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
6. Colisiones y vuelco de vehículos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
7. Interferencias con conducciones o servicios subterráneos.	Evitable	Baja	Bajo	Muy bajo

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **No se permite que en las inmediaciones de las zanjas o pozos haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2 m. del borde, en prevención de los vuelcos o deslizamiento por sobrecarga.** • **Las zanjas se entibarán siguiendo las directrices del proyecto y de la Dirección de Obra, cuando las características del terreno, en cada caso, así lo requiera.** • **En presencia de lluvia o de nivel freático alto, se vigilará el comportamiento de los taludes, en prevención derrumbamientos sobre los operarios. Se ejecutarán lo antes posible los achiques necesarios.** • **En presencia de riesgo de vuelco o deslizamiento de un talud, se dará orden de desalojo inmediato y se acordonará la zona en prevención de accidentes.** • **Antes de iniciar los trabajos diarios en zanjas y pozos, se revisará el estado de los taludes y posibles entibaciones, acondicionándose en caso necesario.** • **Cuando las zanjas tengan una profundidad superior a 1,50 m., se ataludará su coronación a 45º.** **Riesgo 2:** • **La zona de zanja o pozo abierto estará protegida mediante barandillas autoportantes ubicadas a 1 m. del borde superior del corte.** • **Se dispondrán pasarelas de madera o metálicas de 60 cm. de ancho, bordeadas con barandillas sólidas reglamentarias.** • **El personal deberá bajar o subir por escaleras de mano sólidas y seguras, que sobrepasan en 1 m. el borde de la zanja o pozo y amarradas firmemente al borde superior de coronación, para profundidades de zanja menores de 5 m. Para profundidades de zanja superiores, se accederá por medio de torretas tubulares metálicas con escalerillas interiores.** **Riesgo 3:** • **Se dispondrán, en las zonas de paso de vehículos, chapas de acero de 20 mm. de espesor, continúas y resistentes, que imposibiliten la caída a la zanja.** • **El lado de circulación de camiones o de maquinaria deberá balizarse a una distancia de la zanja o pozo no inferior a 2 m, mediante el uso de cuerdas de banderolas, o mediante bandas de tablón tendidas en líneas en el suelo y ancladas a él.** • **Se señalizarán los accesos y recorridos de los vehículos y maquinaria.** • **Las maniobras de marcha atrás de los vehículos al borde de zanjas o pozos, se dirigirán por personal especializado, evitando así desplomes y vuelcos.** • **Uso de topes de vehículos y maquinaria.**

Riesgo 4:

- **Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado en el manejo de la maquinaria.**
- **Señalización: "Prohibido permanecer bajo el radio de acción de las máquinas", y acotado de las zonas de trabajo.**
- **Cuando el operador no tenga visibilidad, debe ser dirigido por un señalista.**
- **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios, en las distintas zonas en las que se actúe.**
- **Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del "Permiso de Conducir", y estarán en posesión del certificado de capacitación.**

Riesgo 5:

- **Se señalizarán los accesos a las vías públicas mediante señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop.**
- **Se regarán con frecuencia los tajos en los que sea necesario y cajas de camiones para evitar polvaredas.**
- **Los acopios de materiales se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos.**

Riesgo 6:

- **Uso de la maquinaria por personal especializado.**
- **Programar y señalizar el recorrido de los vehículos de obra.**
- **Señalización de la distancia de seguridad máxima de aproximación al borde de las zanjas y/o pozos.**
- **Uso de la maquinaria según recomendaciones del fabricante. Marcado CE.**
- **Se inspeccionará la zona de trabajo antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.**

Riesgo 7:

- **Se verificará la ubicación de los posibles servicios afectados.**
- **En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos, se dará aviso a la Jefatura de Obra.**
- **En caso de aparecer un servicio o conducción no verificado, se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso a la Dirección de Obra, que darán las instrucciones oportunas a seguir.**

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- **Conductores de la maquinaria.**
- **Personal responsable del movimiento de tierras.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Casco de seguridad.	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.	

COLOCACIÓN DE TUBOS				
DESCRIPCIÓN				
Tirada de los tramos de tubo				
Acoplamiento de tubos.				
MAQUINARIA	**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**			
Camión. **Retroexcavadoras.** **Mixtas.** **Carretilla.**	**Generador eléctrico de gasolina.** **Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).**	**Herramientas manuales (palas, …)**		
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
1. Atropellos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
2. Heridas en extremidades por manejo de los tubos. Sobreesfuerzos. Atrapamientos.	**Evitable**	**Media**	**Media**	**Medio**
3. Caídas de objetos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
4. Vuelcos de maquinaria.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
5. Caídas de vehículos a zanja.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **Los recorridos en marcha atrás deberán estar señalizados tanto luminosa como acústicamente.** • **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de atropello y colisión.** • **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria, siempre que esté en funcionamiento. Señalización: "Prohibido permanecer bajo radio acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.** • **Todos los conductores de camiones, retroexcavadoras y grúas móviles serán poseedores del permiso de conducir y estarán en posesión del certificado de capacitación. Entrega de instrucciones de seguridad al personal especializado en el manejo de la maquinaria.** • **Cuando el operador no tenga visibilidad debe ser dirigido por un señalista.** • **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.** **Riesgo 2:** • **Se utilizarán elementos de izado y de movimientos, certificados CE.** • **Las tuberías en suspensión se guiarán mediante sogas instaladas en los extremos. Nunca directamente con las manos para evitar golpes, atrapamientos o empujones por movimientos pendulares.** • **Las tuberías se introducirán en las zanjas guiadas desde el exterior.** • **Los acopios de tuberías se harán en el terreno sobre durmientes de reparto de cargas. Apilados y contenidos entre pies derechos hincados en el terreno a suficiente profundidad** **Riesgo 3:** • **Se prohibirá la permanencia de personas en el radio de acción de la grúa móvil, y muy especialmente bajo cargas suspendidas.** • **Los medios de transporte y de izado de las tuberías serán los indicados por el fabricante de las tuberías. Deberán cumplir con las medidas de seguridad necesarias.** • **El peso a izar y la distancia de izado deberán estar comprendidas dentro del diagrama operativo de la grúa.** • **Tanto las eslingas como los ganchos de seguridad estarán en perfectas condiciones de uso. En caso contrario se rechazarán.** • **Las tuberías se introducirán en las zanjas guiadas con cuerdas desde el exterior.** **Riesgo 4:** • **Se debe prever un camino de acceso adecuado para el desplazamiento y posicionamiento de la grúa móvil.** • **Las zapatas estabilizadoras de la grúa móvil estarán apoyadas sobre terreno firme, alejadas como mínimo 2,00 metros del borde de las zanjas.** **Riesgo 5:** • **Se dispondrán sobre zanjas en las zonas de paso de vehículos, palastros continuos resistentes que imposibiliten la caída a la zanja o pozo.** • **El lado de circulación de camiones o de maquinaria deberá balizarse a una distancia de la zanja o pozo no inferior a 2 m., mediante el uso de cuerda de banderolas.** • **Se señalizarán los accesos y recorridos de los vehículos y maquinaria.** • **Las maniobras de marcha atrás de los vehículos al borde de zanja o pozos, se dirigirán por personal especializado, evitando así desplomes y caídas.** • **Uso de topes para camiones y maquinaria.**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN		
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Conductores de la maquinaria.** • **Personal de obra civil.**		
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**	
• Utilización de calzado seguridad. **• Guantes protección mecánica.** **••Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo**	**Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.** **Señalización de advertencia.** **Valla de contención de peatones.**	

CIMENTACIONES				
DESCRIPCIÓN				
Preparación de encofrados	**Vertido de hormigón**			
Preparación de mallazos, encofrados, …	**Desencofrado.**			
MAQUINARIA		**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**		
Camión. **Hormigonera.** **Carretilla.** **Retroexcavadoras.** **Vehículos.**		**Generador eléctrico de gasolina.** **Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).**	**Vibradores.** **Herramientas manuales (martillos…)**	
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
1. Desprendimiento o corrimiento del terreno	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**
2. Caídas de personas a distinto nivel.	**Evitable**	**Media**	**Media**	**Medio**
3. Electrocuciones por contacto directo o indirecto.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
4. Atropellos y golpes por maquinaria o vehículos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
5. Heridas punzantes por caídas o golpes con armaduras.	**Evitable**	**Media**	**Media**	**Medio**
6. Colisiones y vuelco de vehículos.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**

7. Caídas de objetos.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **No acopiar materiales en el borde de excavaciones y en zonas de influencia del talud.** • **Conocimiento de las características del terreno: nivel freático, sobrecargas, servicios y cimentaciones cercanas; para garantizar la estabilidad de los terrenos.** • **Entibaciones o sistemas equivalentes para garantizar los trabajos a realizar.** **Riesgo 2:** • **Protección del perímetro de la excavación y del recorrido de las rampas mediante barandilla rígida, o protección similar.** • **Para el acceso al fondo de la excavación se instalarán escaleras reglamentarias en los casos que sea necesario.** • **Señalización de la excavación de zapatas o zanjas.** • **Se procurará introducir la ferralla totalmente elaborada en el interior de los pozos para no realizar las operaciones de atado en su interior.** • **Instalación de barandilla de protección anclada a muro de contención.** • **En la ejecución de muros, se instalarán plataformas reglamentarias de trabajo, sobre el encofrado, dotadas de barandilla. En caso necesario se instalarán el número de plataformas necesarias, distintos niveles para evitar el trepado por el encofrado, en las tareas de montaje.** • **Disposición de escaleras reglamentarias para accesos a los diferentes niveles de trabajo.** **Riesgo 3:** • **Instalación de puestas a tierra en máquinas, cuadros eléctricos, etc.** • **Instalación de interruptores diferenciales de alta (30mA.) y media sensibilidad (300mA.) según los casos.** • **Conexiones a los cuadros de las mangueras o cables eléctricos mediante placas o clavijas de conexión.** • **Los empalmes de cables o mangueras se realizarán mediante conexiones estancas anti humedad.** • **Los cuadros eléctricos serán tipo intemperie (Norma UNE-240324) con puerta y cerradura de seguridad, prohibiéndose la manipulación a personal no especializado.** • **En las zonas de paso el tendido de cables será aéreo, para evitar su deterioro.** • **Utilizar conductor de protección ó 4º hilo.**

Riesgo 4:

- **Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.**
- **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.**
- **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria, siempre que estén en funcionamiento. Señalización "Prohibido permanecer bajo radio acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.**
- **Todos los conductores de máquinas estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación. Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado en el manejo de la maquinaria.**
- **Cuando el operador no tiene visibilidad debe ser dirigido por un señalista.**
- **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.**

Riesgo 5:

- **Clara delimitación de las áreas para acopio de maderas, armaduras, clavos, etc.**
- **Las armaduras, antes de su colocación, estarán totalmente terminadas.**
- **Una vez llenado el pilote, las esperas de las armaduras serán totalmente protegidas con cajones de madera o enterradas para evitar accidentes.**
- **En pilotes de gran diámetro donde existan riesgos de caída a su interior durante la ejecución, los operarios utilizarán cinturón de seguridad para aproximarse, a no ser que la tubería de revestimiento quede lo suficientemente alta que forme brocal.**

Riesgo 6:

- **Uso de la maquinaria por el personal especializado.**
- **Programar y señalizar el recorrido de los vehículos de obra.**
- **Señalización de la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de la excavación.**
- **Uso de la maquinaria según recomendaciones del fabricante.**

Riesgo 7:

- **Se prohibirá la permanencia de personas en el radio de acción de la grúa móvil, y muy especialmente bajo cargas suspendidas.**
- **El peso a izar y la distancia de izado deberán estar comprendidos dentro del diagrama operativo de la grúa.**
- **Tanto las eslingas como los ganchos de seguridad estarán en perfectas condiciones de uso. En caso contrario se rechazarán.**

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- **Conductores de la maquinaria.**
- **Personal de obra civil.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Casco de seguridad.	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.

ALBAÑILERIA Y OFICIOS	
DESCRIPCIÓN	
Arquetas de obra	Acerados.
Pequeños trabajos de albañilería.	Realización de monolitos.
Retoques en las cimentaciones.	Colocación de peanas.

MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES	
Camión. Retroexcavadoras. Vehículos. Carretilla.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Herramientas manuales. Vibradores.

RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Caídas de nivel.	Evitable	Medio	Medio	Medio
2. Caídas desde andamios.	Evitable	Medio	Medio	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN	
Riesgo 1: • **Mantenimiento y reposición de protecciones (brigada seguridad).** • **Instalación de barandilla en los huecos verticales (fachada, ascensor, etc.).** • **Orden y limpieza.** • **Condena de accesos a zonas desprotegidas.** • **En trabajos puntuales, con riesgo de caída de operarios, en los que no exista ningún tipo de protección, se deberá emplear cinturón de seguridad anclado a punto sólido de la estructura.** • **Mallazo de protección o cubiertas de madera en huecos horizontales de piso.** **Riesgo 2:** • **Instalación de red vertical de protección o barandilla rígida a la altura de 90 cm. desde la cota de trabajo, o uso de cinturón de seguridad anclado a puntos fijos de la estructura.**	
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Personal obra civil.**	
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**
• Utilización de calzado seguridad. **• Guantes protección mecánica.** **• Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.** **•Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo** **:**	**• Balizamiento y vallas.** **• Redes verticales de protección.** **• Andamios homologados.** **• Arneses.**

IZADO DE CARGAS

DESCRIPCIÓN	
Traslado de cargas.	Ayuda en colocación de materiales pesados.
Izado de materiales.	

MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES
Camión. Plumas. Carretilla. Retroexcavadoras. Vehículos.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).

RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
2. Caídas de personas al mismo o distinto nivel.	Evitable	Media	Media	Medio
3. Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de maquinaria.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
4. Atropellos y golpes por maquinaria o vehículos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
5. Exposición a temperaturas extremas.	Evitable	Media	Media	Medio
6. Caídas de objetos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN

Riesgo 1:

- Orden y limpieza.
- No manipular el cable en el momento de la puesta en tensión.
- Retener y dirigir la carga mediante cables o cuerdas.
- Equipos de protección individual: guantes y botas.

Riesgo 2:

- Señalización y balizado.
- Instalación de protección vertical.
- Orden y limpieza.

Riesgo 3:

- Verificar el estado de la compactación del suelo.
- Evitar el recorrido cercano a zanjas, terraplenes, taludes y fosos.

Riesgo 4:

- **Área de trabajo señalizada y despejada.**
- **Acompañamiento de un operario a pie con conocimiento de señales.**
- **Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.**
- **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.**
- **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria, siempre que estén en funcionamiento. Señalización "Prohibido permanecer bajo radio acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.**
- **Todos los conductores de máquinas estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación. Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado en el manejo de la maquinaria.**
- **Cuando el operador no tiene visibilidad debe ser dirigido por un señalista.**
- **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.**

Riesgo 5:

- **Protección individual: ropa adecuada.**
- **Interrupción de los trabajos.**

Riesgo 6:

- **Manejo de la grúa por personas especializadas.**
- **Evitar recorrido de la grúa cerca de terraplenes.**
- **Pestillos de seguridad en ganchos.**
- **Revisión de cadenas. Marcado CE de accesorios y elementos (cables, eslingas, ganchos).**
- **Tensión previa de los cables una vez enganchada la carga.**
- **Elevar la carga lo suficiente para evitar obstáculos.**
- **Realizar el recorrido a velocidad moderada.**
- **Dirigir la carga mediante cables o cuerdas.**
- **No situarse ningún operario debajo de la carga.**
- **Adecuación de los equipos de trabajo al Real Decreto 1215/97.**
- **Seguir los manuales de trabajo de los fabricantes de los equipos.**
- **Revisión de la pieza antes del izado.**
- **Acotar zona de trabajo.**

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- **Conductores de la maquinaria.**
- **Personal de obra civil.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Casco de seguridad. •Correcta ropa de trabajo.	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.

TENDIDO DE CABLES				
DESCRIPCIÓN				
Trabajos eléctricos de tendido de cables.	Realización de empalmes y botellas.			
MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES			
Tren de tirada de cables.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).			
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Lesiones o golpes por objetos o herramientas.	Evitable	Media	Media	Medio
2. Caídas de personas al mismo o distinto nivel.	Evitable	Media	Media	Medio
3. Exposición a condiciones meteorológicas adversas.	Evitable	Media	Bajo	Medio
4. Atropellos y golpes por maquinaria o vehículos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
5. Contactos eléctricos directos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
6. Caídas de objetos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
7. Sobreesfuerzos.	Evitable	Media	Media	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
• **Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).** • **En aquellos casos en que la señalización vial no sea suficiente para advertir la realización de trabajos, en zonas de circulación de vehículos o próximas a las mismas, sería necesaria la presencia de señalistas.** • **En el tendido de cables eléctricos el último tramo que se colocará, será el que se conecta con la fuente de alimentación.** • **Durante el tendido de este último tramo, se extremarán las medidas de precaución, cortándose la tensión durante las operaciones de empalme de los tramos, permaneciendo una persona responsable de la ausencia de tensión, hasta la finalización de los trabajos.** • **Es obligatorio el uso, por parte de todos los operarios, de los equipos de protección individual, previstos durante la realización de esta actividad de la obra. Poniendo especial hincapié en el uso del chaleco reflectante.** • **Las devanadoras o bovinas que se empleen, deben estar colocadas sobre los soportes adecuados, con el fin de que, al tirar del cable, no pueda caerse.** • **En los trabajos en pendientes, se calzarán adecuadamente.** • **Las zanjas y arquetas abiertas permanecerán correctamente señalizadas en todo momento.** • **En caso de realización de trabajos nocturnos, se utilizará señalización luminosa, que advierta de la existencia de zanjas o arquetas abiertas.** • **No se dejarán ni acopiarán objetos, herramientas o materiales en el borde de las arquetas o zanjas.** • **Se colocará aquella señalización vial, que sea necesaria, dependiendo de la zona en la que se están realizando los trabajos. Se irá modificando y adaptando según vaya progresando la ejecución de los trabajos.** • **Se mantendrá la superficie de trabajo libre de herramientas, materiales y obstáculos.** • **Si los trabajos requieren iluminación portátil, esta se realizará con lámparas cuya tensión sea de 24 V. Los portátiles, estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislado eléctricamente.** • **Siempre que no se esté trabajando en una arqueta, esta permanecerá cerrada.** • **Todos los trabajos de tendido de cables eléctricos se realizarán en ausencia de tensión.** • **Una vez terminada la jornada de trabajo, se dejarán, todos los elementos necesarios durante la realización del trabajo, correctamente acopiados en las zonas previstas para ello.** • **Una vez terminada una bovina, se retirará esta lo antes posible de la zona de trabajo, para evitar posibles riesgos.**
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Personal eléctrico.** • **Personal de obra civil.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Casco de seguridad. •Correcta ropa de trabajo.	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.

INSTALACIONES				
DESCRIPCIÓN				
Instalación de equipos.	Conexionado de cuadros.			
MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES			
N/A	Herramientas manuales.			
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Lesiones o golpes por objetos o herramientas.	Evitable	Media	Media	Medio
2. Caídas de personas al mismo o distinto nivel.	Evitable	Media	Media	Medio
3. Exposición a condiciones meteorológicas adversas.	Evitable	Media	Bajo	Medio
4. Exposición a iluminación deficiente.	Evitable	Media	Bajo	Medio
5. Contactos eléctricos directos e indirectos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
6. Caídas de objetos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
7. Sobreesfuerzos.	Evitable	Media	Media	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
• **Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).** • **Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismo, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.** • **Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la celda, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.** • **El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado para tal fin.** • **El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.** • **En la fase de obra de apertura de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropiezos.** • **La entrada en servicio de las celdas de transformación, se efectuará con el edificio desalojado de personal, en presencia de dirección de obra.** • **La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado, contra los contactos con la energía eléctrica.** • **La iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m del suelo.** • **La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando portalámparas estancos con mangos aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 v.** • **Las herramientas de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.** • **Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán previamente notificadas y hecha pública su realización, a todas las personas que intervienen en la obra.** • **La zona en que se encuentren los equipos a probar, así como la zona de influencia o de peligro, alrededor de los mismos, será balizada, señalizada y vigilada por la empresa que realiza la prueba, con objeto de evitar la entrada a personal ajeno a la misma. La señalización incluirá carteles que indiquen Zona de pruebas- Prohibido el paso.** • **Todos los equipos en prueba serán señalizados con un sistema de tarjetas. La empresa que realiza la prueba será la responsable de la colocación de las tarjetas y de la retirada de las mismas.** • **Las pruebas de puesta en funcionamiento se realizarán con un protocolo que establezca las condiciones de las mismas e indique las medidas de seguridad específicas para cada caso. Este protocolo será preparado por el contratista que realice la prueba, en cada caso y se reflejará en los anexos que acompañen al Plan de Seguridad y Salud.** • **Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la compañía suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.** • **Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Personal eléctrico.**
PROTECCIONES INDIVIDUALES
• Utilización de calzado seguridad. **• Guantes protección mecánica.** **•Casco de seguridad.** **•Correcta ropa de trabajo.**

1.3.2 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS

Las siguientes tablas muestran, de forma específica, los riesgos en la ejecución de una instalación de almacenamiento.

Se ha indicado en cada caso las medidas preventivas de aplicación, así como el tipo de protección adecuada para cada caso:

MONTAJE DE LOS CONTENEDORES DE BATERÍAS Y PCS				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.	Descarga y procedimientos de recepción de materiales voluminosos y su distribución por la obra. Ej: armarios modulares de baterías, PCS.			
Montaje armarios modulares.	Colocación de los armarios.			
Conexionado.	Interconexión de armarios.			
Cableado y conexión hasta el PCS.	Cableado de los armarios de baterías hasta el PCS.			
MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES			
Camión con grúa. Carretilla automotora. Vehículos.	Generador eléctrico de gasolina. Equipo de electrosoldadura. Radial. Taladros eléctricos. Atornilladora eléctrica. Amoladora.	Andamios tubulares. Bloques de poliestireno expandido. Útiles de izado.		
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Atropellos operarios.	Evitable	Muy grave	Medio	Medio
2. Choques entre máquinas.	Evitable	Grave	Bajo	Bajo
3. Arquetas o pozos abiertos.	Evitable	Grave	Bajo	Bajo
4. Desprendimiento carga durante su izado.	Evitable	Muy grave	Media	Medio
5. Caídas en altura (max. 2m) o a distinto nivel.	Evitable	Grave	Medio	Medio
6. Riesgo eléctrico por corte cable eléctrico de las herramientas por camiones.	Evitable	Graves	Media	Medio
7. Riesgo eléctrico por trabajos en tensión.	Evitable	Graves	Media	Medio

8. Riesgos de punzonamiento.	No evitable	Graves	Baja	Medio
9. Intoxicación por productos químicos.	Evitable	Muy grave	Baja	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN

•Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).
• Circular a menos de 20 Km/h. en toda la obra.
• No montar las placas con vientos superiores a 30 Km/h.
• Utilización alarma sonora de marcha atrás.
• No permanecer en el radio de acción de la máquina que esté trabajando.
• No transitar por debajo de la carga mientras no permanezca apoyada.
• Estabilidad de andamios y borriquetas.
• Correcto montaje andamios.
• No dejar los cables cruzados en el paso de los camiones o maquinaria.
• Utilización de guantes dieléctricos para su conexión de los cables de los módulos.
• Mantener limpia la obra para disminuir el riesgo de punzonamiento.
• Productos químicos perfectamente identificados.

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- Personal eléctrico
- Personal mecánico
- Personal de obra civil

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.	• Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.	• Arquetas de registro cableado.

MONTAJE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.	**Descarga de materiales voluminosos.**			
Montaje elementos centro de transformación y seccionamiento	**Montaje de las celdas de protección, transformadores.**			
Conexionado centro de transformación y seccionamiento	**Cableado del centro de transformación.**			
MAQUINARIA	**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**			
Camión con grúa. **Grúa telescópica.**	**Generador eléctrico de gasolina.** **Equipo de electrosoldadura.** **Radial.** **Taladros eléctricos.** **Atornilladora eléctrica.**			
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS	• **Personal eléctrico**			
RIESGOS ESPECÍFICOS	**EVALUACIÓN DEL RIESGO**			
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
Atropellos operarios	**Evitable**	**Muy grave**	**Medio**	**Medio**
Choques entre máquinas	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Bajo**
Arquetas o pozos abiertos	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Bajo**
Desprendimiento carga durante su izado	**Evitable**	**Muy graves**	**Media**	**Medio**
Desplome carga mientras está apoyado sobre los bloques de poliestireno	**Evitable**	**Muy grave**	**Medio**	**Medio**
Caída a de altura o a distinto nivel	**Evitable**	**Grave**	**Medio**	**Medio**
Riesgos de punzonamiento	**No evitable**	**Graves**	**Baja**	**Medio**
MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN				

• Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.). **• Circular a menos de 20 Km/h. en toda la obra.** **• Utilización sirena luminosa.** **• Utilización alarma sonora.** **• No permanecer en el radio de acción de la máquina que esté trabajando.** **• Balizamiento zanjas de cimentación.** **• Verter tierras a ambos lados de las zanjas del cableado y toma de tierra.** **• No dejar los cables cruzados en el paso de los camiones.** **• Mantener limpia la obra.** **• Productos químicos perfectamente identificados.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES
• Utilización de calzado seguridad. **• Guantes protección mecánica** **• Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.** **• Utilización protecciones auditivas con radiales.**

CONEXIÓN A RED	
DESCRIPCIÓN	**PROTECCIONES COLECTIVAS/UBICACIÓN**
Montaje de apoyos eléctricos.	**Montaje de apoyos eléctricos para el tendido aéreo entre el centro transformación y la red de la compañía eléctrica. Excavación pozos, hormigonado y montaje de apoyos.**
Tendido conductor.	**Tendido del conductor**
Conexión a la red.	**Conexión entre el tendido aéreo que parte del centro de transformación y la red de la compañía en el punto de conexión.**

MAQUINARIA:	**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**
Camión con grúa. Grúa telescópica. **Excavadora.** **Hormigonera.**	**Generador eléctrico de gasolina.** **Taladros eléctricos.** **Atornilladora eléctrica.** **Amoladora.**
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS	• **Personal eléctrico** • **Personal de obra civil**

RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
Vuelco de maquinaria.	**No evitable**	**Grave**	**Alta**	**Medio**
Desprendimiento carga durante su izado.	**Evitable**	**Muy grave**	**Media**	**Medio**
Caída de altura o a distinto nivel.	**Evitable**	**Muy grave**	**Alto**	**Alto**
Caída de material y herramientas desde arriba.	**Evitable**	**Muy grave**	**Medio**	**medio**
Riesgo eléctrico, trabajos en tensión.	**Evitable**	**Muy grave**	**Alto**	**Muy alto**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN

- **Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).**
- **Utilización del cinturón de seguridad en la máquina por si ésta vuelca.**
- **No permanecer en el radio de acción de la máquina que esté trabajando.**
- **No transitar por debajo de la carga mientras no permanezca apoyada.**
- **No usar medios de izado si no están en buenas condiciones.**
- **Desconectar el tramo del tendido aéreo al que se conecta el centro de transformación y la red de tierras.**
- **Las herramientas irán atadas al operario y los materiales pequeños irán en un cesto.**
- **El casco irá bien sujeto a la cabeza con un barbuquejo.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección Mecánica • Sistema anticaídas. • Casco de seguridad. • Protecciones eléctricas si trabajan en tensión.	• Cesto para las herramientas	• Para el izado de herramientas o pequeño material.

ENERGIZACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA				
DESCRIPCIÓN				
Energización centro de transformación	Conexión del centro de transformación a la red de la compañía eléctrica			
Conexión sistema almacenamiento	Conexión de la instalación de almacenamiento			
Ajuste y calibración de sistemas electrónicos	Puesta en marcha y depuración de BMS y EMS.			
Ciclado de baterías	Carga y descarga de las baterías.			
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS	• Personal eléctrico			
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
Riesgo eléctrico por trabajos en tensión	Evitable	Mortales	Nulo	
Riesgo eléctrico por fallo en aplicación instrucciones	Evitable	Mortales	Alto	Peligroso
Riesgo de incendio	No evitable	Muy grave	Bajo	Moderado
MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN				

• Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.). **• Presencia de un extintor en los centros de transformación y seccionamiento y caseta de inversores.** **• Se cumplirán los procedimientos de trabajo.** **• La conexión a la red de la compañía eléctrica será realizado por personal cualificado.** **• Antes de la conexión se asegurará de que no hay personal en zonas de riesgo.**		
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**	
• Epi's no conductores, aislantes. **• Escaleras no metálicas.** **• Ropa no conductora.**	**• Extintor.**	**•Junto a la zona donde estén los operarios En las instalaciones.**

1.3.3 NORMAS ORGANIZATIVAS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

1.3.3.1 GENERAL

El acceso a cualquier parte de la Instalación está sujeto a la previa autorización de del titular. Las empresas subcontratistas solicitarán de la Dirección de Construcción, la autorización de entrada del personal que deba trabajar en obra. La autorización para entrar en obra, no supone autorización para acceder a ninguna parte de la planta existente.

La Dirección de Construcción informará a las empresas subcontratistas sobre la extensión de la zona de obra que se encuentre libre de dicho requisito, en su caso, así como las condiciones y/o restricciones de trabajo en la misma, si las hubiera.

La operación de cualquier equipo, servicio o elemento de la planta existente queda reservada exclusivamente al personal del titular. El personal de construcción se abstendrá de realizar cualquier manipulación y comunicará a la Dirección de Construcción cualquier necesidad en este sentido. Esta norma incluye servicios tales como suministro de agua, energía eléctrica, etc.

1.3.3.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se dispondrá de extintores de incendios con carga no inferior a 6 Kg. de polvo polivalente y eficacia mínima 34 A y 89 B en los centros.

Por otro lado, también se adoptarán los siguientes medios de extinción durante el proceso de ejecución de la obra, basándose en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados:

Un extintor de CO2 de 5 Kg. junto al cuadro general de protección.
Un extintor de polvo seco ABC de 6 Kg. en la oficina de obra.
Un extintor de CO2 de 5 Kg. en acopio de herramientas o líquidos inflamables,
Un extintor de polvo seco ABC de 6 Kg. en los tajos de soldadura o llama abierta.

1.3.3.3 OBJETO DEL PLAN DE EMERGENCIA

El Plan de Emergencia define la secuencia de acciones para el control inicial de las situaciones de emergencia que pueden producirse, planificando los medios humanos y materiales disponibles, así como el tipo de actividad desarrollada.

Cada subcontratista deberá adoptar las medidas del plan de emergencia interno elaborado por el contratista, en el que se indicarán las acciones particulares a desarrollar, medios disponibles para combatir emergencias, medios de comunicación y enlace, personas responsables de cada acción y cadena de mando establecida.

A efectos de facilitar el traslado de posibles accidentados a sus respectivos centros de atención sanitaria, el subcontratista entregará un escrito donde consten los datos de su Mutua de Accidentes y el Centro Sanitario Concertado, sus teléfonos de asistencia 24 horas y los de sus servicios de ambulancias si los tuviere.

1.3.3.4 PLAN DE EMERGENCIA

CLASIFICACION DE LAS EMERGENCIAS:

A. EMERGENCIA POR INCENDIO

Es el accidente que únicamente afecta a la zona de obra, provocado por un incendio parcial, pudiendo existir varios tipos de emergencia:

1. CONATO DE EMERGENCIA

Es el incendio que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida por el personal y medios existentes en la obra (extintores).

2. EMERGENCIA PARCIAL

Es el incendio que solo afecta a la obra, pero no puede ser controlado por el personal de la misma. Este, para ser dominado, requiere la utilización de equipos especiales de extinción (en el final de este apartado se anexiona el directorio telefónico para las distintas emergencias). En este caso se evacuará al personal de la obra.

3. EMERGENCIA GENERAL

Es el incendio que no solo puede afectar a la zona de obra, sino a otros sectores y a terceras personas. Se evacuará inmediatamente de la obra, se comunicará a dirección de obra, y se precisará la presencia de servicios de ayuda externos.

B EMERGENCIA EN CASO DE ACCIDENTE CON SERVICIOS AFECTADOS

Actuaciones en caso de emergencia con líneas eléctricas enterradas: En el caso de contacto de una línea eléctrica con maquinaria de excavación, transporte, etc., deben observarse las siguientes normas:

- Para el conductor o maquinista
  - Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.
  - Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución. Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
  - Advertirá a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
  - No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si desciende antes, el conductor entrará en circuito línea aérea - máquina suelo y estará expuesto a electrocución.
  - Si es imposible separar la máquina y, en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, sino que saltará lo más lejos posible de la máquina evitando tocar ésta.
- Normas generales de actuación
  - No tocar la máquina o la línea caída a tierra.
  - Advertir a otras personas amenazadas que no toquen la máquina o la línea, y que no efectúen actos imprudentes.
  - Advertir a las personas que se encuentren fuera de la zona peligrosa que no se acerquen a la máquina.
  - Hasta que no se realice la separación entre la línea eléctrica y la máquina, y se abandone la zona peligrosa, no se efectuarán los primeros auxilios a la víctima.
- Actuación en caso de rotura o fuga en canalizaciones de agua:
  - Comunicación inmediata a la Compañía Instaladora, paralizando los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.
  - Cuando sea necesario se acotará la zona
- Actuación en caso de rotura de línea telefónica o de comunicaciones enterrada:
  - Comunicación inmediata a la Compañía Suministradora, para su reparación.
- Actuación en caso de encontrarse en zona de obra una máquina susceptible de explotar:

- En caso de descubrirse una máquina susceptible de explotar en la zona de obra, los trabajos deben ser inmediatamente interrumpidos, alejando del lugar al personal de obra y ajeno a la misma que por su proximidad pudiera ser afectado.
- Si contáramos con edificios colindantes, se avisará a los propietarios como medida de precaución del posible riesgo.
- Inmediatamente se comunicará a las autoridades competentes para que procedan a desactivar o retirar dicha máquina.

EVACUACION DE ACCIDENTADOS

Se tiene previsto información a todo el personal de obra de los diferentes centros médicos (Servicios Médicos, Mutualidad Laboral y Ambulatorios) dónde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se prevé la disposición en sitios bien visibles del directorio telefónico que se anexiona y de los centros asignados para urgencias.

NORMAS GENERALES DE ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE

- Si las lesiones no provocan al accidentado la pérdida de conocimiento y movilidad, y no se aprecian inicialmente lesiones graves, se evacuará mediante vehículo de obra, al Centro Hospitalario más cercano. En caso necesario previamente se le practicará una primera cura, haciendo uso de los medios del botiquín.
- En los accidentes donde haya pérdida de conocimiento del accidentado, o se sospeche que haya daños internos, se procederá del modo siguiente:
    - "No se moverá el accidentado" salvo que pueda peligrar su vida; fuego, asfixias, etc.
    - Comprobar que puede respirar espontáneamente, en caso contrario, aplicar técnicas de respiración artificial, y si fuese necesario masaje cardiaco (técnicas de reanimación).
    - Solicitar ayuda inmediatamente (teléfonos de urgencias) y preparar accesos y evacuación, indicando la aproximación al lugar.
    - No abandonar al lesionado. Siempre debe permanecer junto al accidentado una persona, o personas con conocimiento de primeros auxilios.
    - Cubrir al accidentado con una manta para evitar enfriamientos y posibles shocks.
    - Impedir que los compañeros lo atiendan simultáneamente y que lo muevan.

- Acompañar al accidentado, por al menos una persona, al centro de asistencia, para interesarse por el diagnóstico y facilitar los datos precisos.
- Comunicación del hecho a la Dirección Facultativa, a la Jefatura de Obras, para que sigan el procedimiento de comunicación, indicado en el organigrama que se anexiona.

A continuación, se anexiona un directorio telefónico para las distintas emergencias, que se puedan producirse en la obra.

DIRECTORIO TELEFÓNICO

- **DIRECCIÓN DE OBRA:**
  28670 VILLAVICIOSA DE ODÓN, MADRID

- **SERVICIO DE EMERGENCIAS:** 112

- **CENTROS DE ATENCIÓN PRIMARIA MÁS CERCANOS:**

  Centro de Salud

  Av. del Príncipe de Asturias, 173, 28670 Villaviciosa de Odón, Madrid

  Teléfono centralita: 916 16 49 09

- **CENTROS HOSPITALARIOS MÁS CERCANOS:**

  HOSPITAL UNIVERSITARIO REY JUAN CARLOS

  C/ Gladiolo s/n.

  28933, Móstoles Madrid

  Teléfono Centralita: 91 481 62 25

- **AYUNTAMIENTO:** 916 16 96 00
- **OTROS TELEFONOS DE INTERÉS:**
  - ASEPEYO (URGENCIAS).- 900 151 00
  - GUARDIA CIVIL.- 062
  - POLICIA NACIONAL.- 091

1.3.3.5 IZADO DE CARGAS

Para el izado de cargas se utilizarán grúas, polipastos, cabrestantes, etc., dependiendo del tipo, configuración y peso de la carga a manejar. Todos los equipos de izado llevarán visible la indicación de la carga máxima autorizada o una tabla de cargas, según su configuración y condiciones de uso.

Las operaciones de izado de cargas serán dirigidas siempre por una persona experimentada en este tipo de trabajos. El subcontratista mecánico indicará, a su incorporación a obra, el nombre y experiencia de la persona encargada de dirigir estas operaciones.

El manejo de cargas con peso superior a cinco toneladas será objeto de un estudio de maniobra, que el subcontratista debe elaborar y presentar a la Dirección de Construcción, para su aprobación previa al inicio del trabajo. El estudio de maniobra debe incluir:

- Plano o croquis de la pieza, con indicación de la situación del centro de gravedad y de los puntos y forma de enganche para el izado/manejo.
- Características de la grúa o grúas a utilizar y tabla de cargas para la disposición elegida.
- Planos de planta y alzado, indicando la situación inicial, final y más desfavorable que adoptará la carga.
- Medios auxiliares a utilizar: Estrobos, grilletes, balancines, etc. y la justificación de su capacidad.
- Procedimiento de desestrobado, una vez terminada la maniobra.
- Nombre de la persona que dirigirá la maniobra.

Para la ejecución de maniobras de izado con grúas se tendrá en cuenta las condiciones meteorológicas (en especial viento) y las limitaciones que tenga establecidas el aparato de elevación en dicho sentido.

1.3.3.6 TRABAJOS EN ALTURA

Los trabajos que deban realizarse en lugares elevados se ejecutarán mediante la utilización de andamios, que deberán ser instalados, mantenidos y desmontados por una empresa especializada. Cada subcontratista presentará previamente a la Dirección de Construcción

su plan de andamiaje, indicando la empresa especializada que propone emplear y el tipo de andamio a utilizar, con las características y ficha técnica del mismo. Tanto las empresas de andamiaje, como los tipos de andamio estarán sujetos a la aprobación de la Dirección de Construcción. No se admitirán los andamios modulares de "escalerilla". En los trabajos de corta duración, en que no se justifique la instalación de un andamio, se utilizarán plataformas elevadoras autopropulsadas.

Los huecos en plataformas se protegerán con tapas resistentes de madera, fabricadas a medida. Aquellos en que la dimensión menor sea superior a 90 cm. podrán ir provistos de barandilla, en lugar de tapa. Todas las protecciones de huecos en plataformas serán provistas por el subcontratista que monte la estructura.

Con el fin de prevenir accidentes por caída de materiales, se balizará la posible zona de caída de éstos, al pie de los lugares en que se realicen trabajos en altura. Este balizamiento será de aplicación también durante el montaje de andamios, para la zona situada al pie de los mismos.

Todo el personal que trabaje en altura dispondrá de bolsas portaherramientas o cajas de herramientas. Las herramientas deberán, además, ir provistas de lazos sujetos al mango, que permita atarlas a la muñeca al ser utilizadas. Los trabajadores que deban manejar pequeño material, tal como tuercas, pernos, arandelas, cuñas, etc., dispondrán de cajas en que mantener dicho material hasta el momento de uso.

Siempre que haya trabajadores sobre la vertical de una zona en la que pueda trabajar o por la que pueda transitar personal, se colocarán avisos, a nivel del piso, indicando la presencia de dichos trabajadores.

La empresa que sea autorizada a retirar o mover rejillas, señalizará y protegerá el hueco ocasionado, hasta tanto la rejilla sea repuesta en su lugar. La misma norma es válida para la manipulación o retirada de cualquier tapa que proteja un orificio a nivel del suelo o de una plataforma (tapas de arquetas, por ejemplo).

No se permitirá almacenar materiales sueltos, tablones, etc., en lugares elevados que puedan ser batidos por el viento. Los elementos que deban permanecer en estos lugares, estarán suficientemente sujetos, anclados o atados. Los materiales a utilizar deberán

acopiarse a diario, no haciendo acopios mayores de la cantidad que vaya a ser utilizada durante la jornada.

1.3.3.7 EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

Con objeto de evitar daños a instalaciones o servicios enterrados, corte de accesos, interferencias con otros trabajos, etc., todo trabajo de excavación está sujeto a la obtención previa de un permiso escrito, que emitirá la Dirección de Construcción.

A estos efectos, se considera excavación todo trabajo, provisional o definitivo, que suponga actuar sobre la capa superficial del terreno, rebajando en algún punto la cota existente antes del inicio de dicho trabajo.

Se incluyen, por lo tanto, trabajos de pilotaje, nivelación del terreno, limpieza, desbroce, etc. Independientemente de lo anterior, el subcontratista de obra civil dispondrá de un localizador de cables, que permita detectar la presencia de conductores enterrados, antes de comenzar una excavación.

Los bordes de las excavaciones se rodearán con cinta balizadora doble, soportada por puntales de madera. Para acceder al fondo de toda excavación de profundidad superior a 60cm se dispondrán escaleras o escalas.

Todas las excavaciones se revisarán por el responsable designado por el subcontratista, para determinar la estabilidad de sus paredes. Aquellas cuya profundidad sobrepase 1 metro, se dotarán de paredes con talud de inclinación acorde con las características y condiciones del terreno y en todo caso, no superior a 60 grados o se entibarán en toda la profundidad de la excavación.

Cuando se ejecuten o descubran zanjas de longitud superior a 10 metros, se colocarán sobre las mismas, pasarelas para paso del personal, cada 10 metros de longitud de la zanja.

En el caso de la zanja de cables, las pasarelas serán dispuestas por el subcontratista de obra civil y su posterior mantenimiento será responsabilidad del subcontratista eléctrico, hasta la finalización de los trabajos.

1.3.3.8 TRABAJOS DE HORMIGÓN

Antes de pedir el hormigón, la zona de trabajo debe prepararse con las protecciones y elementos de trabajo precisos. Entre otros aspectos se revisará lo siguiente:

- Accesos suficientes y adecuados a la zona de trabajo, escaleras, rampas.
- Pasos de circulación sobre las parrillas, en caso de necesitarse transitar sobre éstas.
- Zona suficientemente ordenada y libre de obstáculos e impedimentos.
- Protección contra caídas en lugares elevados, plataformas, barandillas.
- Iluminación disponible y suficiente, en trabajos nocturnos.
- Operarios disponen de todos los equipos de protección personal.
- Medios de evacuación en caso de accidente.
- Agua limpia para lavado de ojos, en caso de salpicaduras.

Todas las esperas de acero se protegerán con elementos resistentes a la rotura en caso de impacto.

El manejo de la trompa de hormigonado será realizado por dos personas y se llevará a cabo por medio de cuerdas atadas al extremo de la misma, sin sujetar la trompa con la mano.

En cada cuadrilla de encofradores se designará una persona encargada de retirar o remachar los clavos, que permanezcan en las maderas procedentes de desencofrado. Esta persona se encargará de eliminar dichos clavos, a medida que se vaya desencofrando, con objeto de evitar el riesgo que suponen las puntillas.

La madera que se vaya liberando al desencofrar, se retirará del tajo inmediatamente, para evitar la acumulación de materiales y desperdicios, así como la reducción del espacio disponible y los riesgos asociados a ello.

El desembozado del conducto de bombeo de hormigón se hará en ausencia de personal ajeno al trabajo y usando la cesta de recogida de la bola de limpieza.

En los trabajos de hormigonado se utilizará preferentemente maquinaria, herramientas y equipos de accionamiento mecánico o neumático. Si se utilizan equipos accionados eléctricamente, se alimentarán con tensión de seguridad (24V) o de ser técnicamente

imposible, se protegerán con interruptores diferenciales con una sensibilidad de al menos 30mA.

1.3.3.9 MONTAJE ELÉCTRICO

El desembalaje de las bobinas de cable se realizará en la zona de almacenamiento de las mismas. Se eliminarán o remacharán los clavos de las maderas de cierre y éstas se acopiarán en un lugar adecuado o se enviarán directamente al contenedor de residuos que les corresponda.

El tendido de cables se realizará utilizando medios mecánicos, tales como cabrestantes. Se evitará el tendido por medios manuales y de ser necesario recurrir a este medio, los equipos de trabajo se organizarán al mando de un capataz experimentado, que coordine el movimiento armónico y unísono del grupo, por medio de señales convenidas, para evitar sobre-esfuerzos y accidentes. Antes de proceder al tendido de un cable manualmente, se harán ensayos de coordinación del grupo.

La bobina de cable se dispondrá sobre un vehículo, salvo que la configuración del espacio o accesibilidad de la zona no lo permita. El vehículo deberá ser de caja abierta (camión, pick up, etc.), no admitiéndose el uso de furgonetas cerradas. Durante el trabajo de tendido del cable, el vehículo deberá permanecer parado, frenado y con calzos que impidan cualquier movimiento inadvertido del mismo. Nadie permanecerá en la caja del vehículo, salvo que exista un espacio libre superior a 50cm, entre la cara de la bobina y el lateral más próximo de la caja.

El montaje y cableado de cuadros de BT se realizará siempre sin tensión. Si el cuadro en que se trabaja tiene elementos en tensión, deberá existir una barrera entre éstos y el área de trabajo, con un grado de protección no inferior a IP4X, según norma IEC 529.

En el centro de transformación, sala de inversores y contadores no se almacenarán materiales, cables, herramientas, ni otros elementos que no sean los necesarios para el trabajo de cada jornada. Al final de cada día se retirarán los materiales y equipo sobrante, si lo hubiera.

El subcontratista eléctrico será responsable de mantener el balizamiento y protección de las zanjas de cables, mientras permanezcan abiertas, así como las pasarelas de cruce sobre las zanjas, aun cuando estas protecciones y pasarelas hayan sido colocadas por otros subcontratistas.

1.3.3.10 PINTURA

Las estructuras metálicas no se pintarán ya que están galvanizadas.

1.3.3.11 PRUEBAS

Todas las pruebas serán previamente notificadas y hechas pública su realización, a todas las empresas que intervienen en la obra.

Las pruebas de puesta en funcionamiento se realizarán de acuerdo con un protocolo que establezca las condiciones de las mismas e indique las medidas de seguridad específicas para cada caso. Este protocolo vendrá reflejado en los anexos que acompañan este Plan de Seguridad.

La zona en que se encuentren los equipos a probar, así como la zona de influencia o de peligro, alrededor de los mismos, será balizada, señalizada y vigilada por la empresa que realiza la prueba, con objeto de evitar la entrada a personal ajeno a la misma. La señalización incluirá carteles que indiquen "Zona de pruebas - Prohibido el paso".

Todos los equipos en prueba serán señalizados con un sistema de tarjetas. La empresa que realiza la prueba será la responsable de la colocación de las tarjetas y de la retirada de las mismas.

1.3.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

La protección de los trabajadores, visitantes y terceros contra el riesgo de sufrir un accidente, se realizará dando prioridad absoluta a las medidas de protección colectiva. No obstante, lo anterior y ante la imposibilidad de eliminar un riesgo, se deberán adoptar medidas de protección personal en todos aquellos casos en que el riesgo de accidente permanezca.

Con carácter general, todo el personal que trabaje en obra utilizará casco de seguridad, calzado de seguridad con puntera metálica y gafas contra impacto. Los visitantes serán dotados de las mismas protecciones indicadas, por parte de la empresa a la cual visiten. Los soldadores podrán utilizar casco de seguridad con pantalla de soldar acoplada o una protección integral de la cabeza y cara, que cumpla ambas funciones. Además de lo anterior, se utilizarán los siguientes equipos de protección personal:

- Arnés de Seguridad: Todo el personal que trabaje en un lugar expuesto a caída.
- Pantalla facial contra impacto: El personal que trabaje con amoladoras, radiales, martillo picador y máquinas de arranque de material, en general. El personal que trabaje con herramientas manuales de arranque de material.
- Trajes y botas de agua: Todo el personal que deba trabajar a la intemperie, en períodos de lluvia. Las botas serán usadas, además, por todo el personal que intervenga en trabajos de hormigonado u otras actividades que produzcan similares condiciones de humedad de la zona de trabajo. Las botas de agua deberán cumplir la condición de ser también botas de seguridad.
- Guantes: Todo el personal incluido en la mano de obra directa. El tipo de guantes dependerá de la clase de trabajo realizado. Para trabajos con riesgo mecánico en general, se usarán guantes de cuero o mixtos de cuero y lona. Para trabajos en lugares húmedos o mojados, se emplearán guantes de caucho o plástico. Para trabajos con instalaciones eléctricas en tensión, se usarán guantes aislantes, así como también el personal que intervenga en la apertura de zanjas o canales con cables eléctricos en servicio. Los soldadores usarán guantes largos de cuero, complementados con manguitos, también de cuero.
- Calzado de seguridad aislante: Los electricistas y el personal que intervenga en la apertura de zanjas o canales con cables eléctricos en servicio.

1.3.5 PRIMEROS AUXILIOS

Cada subcontratista, así como el propio contratista, dispondrán de un botiquín de primeras curas en obra. Este botiquín estará a cargo de una persona, cuyo nombre será comunicado a la Dirección de Construcción. El botiquín contendrá los elementos que se detallan a continuación y que, como mínimo, han de ser los indicados en el Real Decreto 486/1997 en su Anexo VI.

Contenido del botiquín de emergencias:

- Gasas y vendas estériles
- Algodón hidrófilo
- Esparadrapo
- Guantes esterilizados desechables
- Yodo
- Alcohol
- Agua oxigenada
- Tijeras y pinzas estériles
- Tiritas y apósitos adhesivos
- Hielo instantáneo
- Pomada para quemaduras
- Vendas compresivas
- Suero fisiológico
- Pomada para contusiones
- Espray para contusiones musculares tipo REFLEX

2 PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

2.1.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra objeto del presente plan de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 54/2003, de 13 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley de Subcontratación 32/2006
- R.D. 39/1997 de 17 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1.627/1.997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de Coordinación de Actividades Empresariales.
- R.D 614/2001 Riesgo Eléctrico.
- R.D 2177/2004.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Ordenanza de Trabajo para industria siderometalúrgica. Capítulo VII. Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- R.D. 485/1.997 de disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1.215/1.997 que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- R.D. 487/1.997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social.
- R.D. 1407/1992. Condiciones para la comercialización de los equipos de protección individual (y modificaciones posteriores).
- R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias
- Reglamento de Aparatos a Presión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Aparatos Elevadores para Obra.
- R.D. 1.435/1.992 relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas.
- R.D. 1316/1989 sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados.
- Norma UNE 21621. Instalaciones eléctricas para obras al exterior sometidas a condiciones severas.
- Norma UNE 58 120 91. Grúas y aparatos de elevación. Selección de cables.
- Norma UNE 58 508 78. Instrucciones de servicio para manejo y entretenimiento de grúas móviles.
- NTP 669: Andamios de trabajo prefabricados (I): normas constructivas
- NTP 670: Andamios de trabajo prefabricados (II): montaje y utilización

2.1.2 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

EMPRESARIO

El empresario debe proteger a sus trabajadores frente a los riesgos laborales según se indica en el artículo 14 de la Ley de Prevención de riesgos Laborales, con arreglo a los Principios de Acción Preventiva indicados en el artículo 15 de la ley de referencia.

El empresario planificará la Acción Preventiva a partir de la Evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, según el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Capítulo II del Real decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

El empresario facilitará información a cada trabajador de los riesgos específicos que afectan a su puesto de trabajo. Deberá consultar a los trabajadores y permitir su participación, en el marco de todas las cuestiones que afecten a la seguridad y a la salud en el trabajo, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo V de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva tal como se establece en artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá paralizar la actividad en caso de riesgo grave e inminente, tal como se indica en el artículo 21 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en los términos previstos en el artículo 22 de la Ley Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el artículo 23 de la Ley de Prevención de riesgos Laborales.

Para aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario asumirá personalmente tal actividad o designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

La definición de estos servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que se han indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en sus artículos 30 y 31, así como en el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, en su capítulo III.

El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha ley.

TRABAJADOR

La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el artículo 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos laborales, según los términos previstos en los artículos 34, 35, 36, 37, 38 y 39, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

PROMOTOR

Según el artículo 2 del R.D 1627/1997, de 24 de octubre, promotor se define como cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

Las obligaciones del promotor vienen reflejadas en los artículos 3,4 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

CONTRATISTA

Según el artículo 2 del RD 1627/1997 de 24 de Octubre, contratista se define como la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Las obligaciones del contratista vienen reflejadas en los artículos 7,10, 11, 15, 16, y 19 del Real Decreto 1627/1997.

SUBCONTRATISTA

Según el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, subcontratista se define como la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista,

empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Las obligaciones del subcontratista vienen reflejadas en los artículos 10, 11 15 y 16 del RD 1627/1997.

2.1.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 CEE, disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles.

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regulan las figuras de los Coordinadores en materia de Seguridad y Salud:

- Cuando en la elaboración del proyecto de la obra intervengan varios proyectistas, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud, durante la elaboración del proyecto de obra, según el apartado 1 del artículo 3 en cuestión.
- Cuando en la ejecución de la obra intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, según el apartado 2 del artículo 3 en cuestión.

En el artículo 5 del Real Decreto 1627/1997 se indica que cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a este elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad el estudio de seguridad y salud.
En el artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 se reflejan los principios generales aplicables al proyecto de obra. En el punto 3 de dicho artículo, se indica que el coordinador durante la elaboración del proyecto de obra coordinará la aplicación de todo lo expuesto en este artículo.

En el artículo 9 del Real Decreto 1627/1997 se exponen las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

2.1.4 ASIGNACIÓN Y PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS

En cumplimiento del artículo 32. Bis. de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, 31/1995, añadido por la Ley 54/2003 de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales, y ante la obligación del empresario de asignar presencia de recursos preventivos, cuando en el centro de trabajo se den los siguientes casos:

a) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

b) Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

c) Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Y ante la posibilidad del empresario de poder asignar esta presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores que reúnan los conocimientos, calificación y experiencia necesarios en las actividades o procesos referidos y que cuenten con la formación preventiva como mínimo a las funciones de nivel básico (curso de 50 horas de duración).

Las personas asignadas deberán permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia y colaborar con los recursos preventivos de la empresa.

Se informará mediante un documento interno a los trabajadores implicados sobre dicha asignación como recursos preventivos. El recurso preventivo en obra será nombrado por la empresa.

En la empresa se establece que los recursos preventivos deberán estar presentes siempre que se realicen trabajos en altura, no obstante, será necesario estudiar con detenimiento el proyecto en cuestión para identificar en que trabajos más concretos será necesaria la presencia de recursos preventivos.

2.1.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD Y ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 indica la obligatoriedad del promotor de hacer que se elabore un estudio de seguridad y salud, en la fase de redacción del proyecto.

El artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 también establece los condicionantes que debe cumplir un proyecto para que se realice un estudio de seguridad y salud o un estudio básico de seguridad y salud.

Los artículos 5 y 6 del Real Decreto 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados.

2.1.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El artículo 7 de Real Decreto 1627/1997 indica que el Contratista elaborará un Plan de Segundad y Salud en el trabajo.

Este Plan deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones indicadas anteriormente serán asumidas por la Dirección Facultativa.
El artículo 10 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

2.1.7 LIBRO DE INCIDENCIAS

El artículo 13 del Real Decreto 1627/1997 regula las funciones de este documento.

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias.

2.1.8 PRECIOS CONTRADICTORIOS

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, éstos deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador de Seguridad y Salud o por la Dirección Facultativa en su caso.

2.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

2.2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las normas de desarrollo reglamentario que deben fijar las medidas mínimas que deben adaptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Este Real Decreto 773/1997 garantiza la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización del trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, establece las disposiciones mínimas de segundad y salud relativas a la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (E.P.I.). Los E.P.I. deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

En el ANEXO I del Real Decreto 773/1997, enumera una lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual.

En el ANEXO III del Real Decreto 773/1997 relaciona las actividades, a modo enunciativo, que puedan requerir la utilización de equipos de protección individual.

En el ANEXO IV del Real Decreto 773/1997 establece una serie de indicaciones no exhaustivas para la evaluación de los equipos de protección individual respecto a:

- Riesgos.
- Origen y forma de los riesgos.
- Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo.

2.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, en su ANEXO IV regula las disposiciones mínimas de segundad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados:
Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en tas obras en el exterior de los locales.

2.2.3 MEDIOS AUXILIARES

Para la utilización de los medios auxiliares se seguirán las indicaciones del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Para la utilización de escaleras y andamios se seguirán las directrices marcadas en el Real Decreto 2117/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica dicho Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura

2.2.4 ÚTILES Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES

El Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, establece las disposiciones mínimas de segundad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

2.2.5 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE

En el ANEXO IV, punto 6, PARTE C del R.D. 1627/1997 establece los requisitos que deberán cumplir aparatos elevadores.

Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, Real Decreto 2291/1985, de 8 de Noviembre, (Grúas-Torre).

Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de Mayo de 1989.

Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para (a utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.

2.2.6 INSTALACIONES PROVISIONALES

Se atendrán a lo dispuesto en el R.D 1627/1997 de 24 de Octubre en su ANEXO IV.

2.3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 2.2.5. de las Condiciones de índole Facultativo.

2.4 NORMAS GENERALES

Cada subcontratista enviará un listado de descripción de los trabajos a realizar, conjuntamente con su oferta y en el momento de realizar la misma. No necesita incluir un presupuesto detallado, ni mediciones; pero sí definir la tecnología, organización, etc. con que el subcontratista piensa acometer la obra, indicando los medios de seguridad necesarios para que, en el caso de no estar contemplados, puedan ser incluidos en el Plan de Seguridad al que se deben adherir antes de comenzar la obra. El presupuesto puede sustituirse, en esta fase, por un porcentaje estimativo del importe del contrato.

El presente Plan de Seguridad y Salud se modificará en su caso, adaptándolo y recogiendo los procedimientos de trabajo adaptados a las características particularizadas de la obra de cada subcontrata extraídos de sus respectivas evaluaciones iniciales de riesgos.

2.5 NORMAS PARTICULARES

2.5.1 POLÍTICA SOBRE ALCOHOL Y DROGAS

No está permitida la introducción, ni el consumo en obra de bebidas alcohólicas o de sustancias clasificadas como drogas. Esta prohibición incluye el consumo de vino, cerveza y bebidas similares dentro de cualquiera de las áreas relacionadas con el trabajo. Las personas de las que se sospeche que pueden estar bajo la influencia de estas sustancias, serán invitadas a abandonar la obra. La Dirección de Construcción se reserva el derecho de inspeccionar los efectos personales de cualquier trabajador, en presencia de su propietario, dentro de una campaña de comprobación del cumplimiento de estas normas.

Las personas que se encuentren bajo tratamiento médico y utilicen medicamentos que puedan afectar a su capacidad de concentración o reflejos o que produzcan somnolencia, deberán comunicarlo a su mando directo, si se encuentran en una de las situaciones siguientes:

- Conductores de vehículos
- Operadores de maquinaria
- Trabajos en altura
- Trabajos en espacios confinados
- Operaciones de izado

2.5.2 TRÁFICO

La entrada en obra de cualquier vehículo deberá ser previamente autorizada por la Dirección de Construcción y queda limitada a los vehículos de empresa, no admitiéndose la entrada de vehículos particulares. El subcontratista solicitará por escrito a la Dirección de Construcción, la autorización de entrada de aquellos vehículos que precise para la ejecución de las obras, justificando la necesidad de los mismos y adjuntando la siguiente documentación:

- Permiso de circulación
- Nombre del conductor y permiso de conducir
- Última revisión ITV realizada
- Seguro de responsabilidad civil

La velocidad máxima permitida es de 30 Km/h para vehículos en general y de 20 Km/h para grúas.

No se permite el transporte de personas en vehículos que no estén diseñados para ello. Está absolutamente prohibido hacerlo en el exterior de la cabina, en los estribos, etc. La violación de esta norma supondrá la retirada de la autorización de entrada en la central del vehículo.

El estacionamiento de vehículos se hará siempre en los lugares designados para ello. No se detendrá un vehículo en lugares en que pueda estorbar el tráfico o los trabajos en curso.
Si fuera necesario mantener el bloqueo de alguna zona en horas nocturnas (por ejemplo, para realización de zanjas), se informará de ello al responsable de planta y se dispondrá balizamiento luminoso, además de la señalización anteriormente indicada.

2.5.3 EXCAVACIONES

Las entibaciones que deban realizarse se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en la norma NTE ADZ. El Subcontratista podrá proponer la utilización de otra norma, cuyas condiciones de seguridad sean al menos equivalentes a las de la norma indicada o bien, justificar el sistema de entibación elegido, mediante cálculo.

Las tierras de excavación se irán cargando en camiones o en motovolquetes y retirando de obra, a medida que se vayan produciendo, sin originar acopios en espera.
Los bordes de las excavaciones y taludes se sanearán y limpiarán de materiales sueltos, que pudieran caer. No se acopiarán materiales, ni cargas de ninguna clase, a una distancia menor de 2m del borde de la excavación.

Las pasarelas para cruce de zanjas tendrán una anchura mínima de un metro y dispondrán de barandilla y rodapié. La pasarela apoyará en sus dos extremos, en una longitud no inferior al 25% de la anchura de la zanja, en cada extremo.

Se organizará el tráfico interior de camiones, de manera que los vehículos en espera de carga permanezcan separados de la zona de trabajo. El vehículo que esté siendo cargado, se mantendrá a una distancia del borde de la excavación igual o superior a la profundidad de

ésta. Los camiones accederán a la zona de trabajo y abandonarán la misma, utilizando las calles destinadas para tal uso.

2.5.4 ANDAMIOS

Los andamios serán de tubo de acero galvanizado o pintado, pudiéndose utilizar un sistema de tubos y grapas o bien un sistema de andamio modular por elementos. No se admite el uso de andamios modulares de tipo escalerilla, en los que se usa el propio montante del andamio como escalera de acceso y en que la andamiada debe instalarse a una altura fija.

Los andamios deben cumplir la norma RD 1215, RD 2177/2004, NTP 669 y 670.

Cuando un andamio haya terminado su función, deberá ser desmontado en su totalidad. Si, excepcionalmente, un andamio debiera quedar parcialmente desmontado y perdiera sus condiciones de seguridad para el personal, se colocará una tarjeta roja de "Andamio prohibido".

No se utilizarán andamios colgantes en esta obra.

2.5.5 IZADO DE CARGAS

Antes de proceder al izado de una carga se balizará con cinta o vallas la zona de posible caída de la carga, colocándose además carteles normalizados. Esta zona deberá mantenerse bajo vigilancia, por parte de la empresa que realiza el izado, a fin de que no acceda a ella ninguna persona no autorizada, durante el transcurso de la maniobra.

Antes de situar la grúa se inspeccionará el terreno, para comprobar su capacidad portante. Los gatos no se apoyarán directamente sobre el terreno, sino interponiendo placas de reparto, que preferentemente serán de la propia grúa; en su defecto se usarán chapas metálicas o un lecho de tablones de madera.

Una vez estrobada la carga, se levantará ligeramente con la grúa y se volverá a comprobar el correcto apoyo de los gatos y la adecuada sustentación del terreno.

El operador responsable del equipo de izado deberá permanecer a los mandos del mismo, mientras la carga se encuentre suspendida de éste.

No se permite la realización de maniobras de izado en horas nocturnas. Para evitar dicha circunstancia, toda operación deberá plantearse con tiempo suficiente, incluyendo un margen para imprevistos, que permita completar la maniobra durante las horas de día. En el caso de izados críticos, se iniciará la operación siempre antes de mediodía.

Todas las cargas deben ser conducidas durante su izado. Para ello se usarán una o más líneas de retenida, que permitan manejar la carga desde el suelo o desde una plataforma segura, hasta su posicionamiento final. Las personas que manejen las líneas de retenida no se colocarán bajo la carga, en ningún momento.

Cada subcontratista enviará a la Dirección de Construcción la lista de las personas autorizadas para manejar los equipos de elevación y el tipo de equipo para el que está autorizado cada uno de los componentes de la lista. Se especificará la formación y/o experiencia de dichas personas en este trabajo. Del mismo modo, el subcontratista enviará a la Dirección de Construcción, el justificante de la experiencia de la persona responsable de la dirección de maniobras de izado.

Todos los accesorios de elevación deberán disponer de una identificación del fabricante, especificación del material, especificación de la carga máxima de utilización y marca CE. Estas indicaciones irán inscritas en el propio accesorio de elevación o en su defecto, figurarán en una placa firmemente sujeta al mismo.

Todos los equipos y elementos auxiliares de izado se someterán a revisiones periódicas por parte del personal de mantenimiento de cada empresa, manteniéndose un registro por escrito, en el que figurará el resultado de las revisiones y el nombre de la persona que las realizó. Mensualmente se enviará a la Dirección de Construcción un informe de resultados de dichas revisiones.

La autorización de entrada de grúas móviles en obra está sujeta, además de a los trámites que le fueran aplicables como vehículos, a la justificación del cumplimiento de las medidas contenidas en la ITC MIE-AEM 4. Para ello, junto con la solicitud de entrada, el subcontratista presentará la siguiente documentación:

- Declaración de conformidad con los requisitos de la ITC, sellada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma y Certificado de adecuación del organismo de control correspondiente o en su defecto.
- Nombre de la empresa conservadora que realiza las revisiones de la máquina.
- Resultado y fecha de la última revisión efectuada.
- Tabla de cargas.
- Las grúas móviles provistas de autorización de entrada en obra, quedan sujetas a un régimen de revisiones mensuales, cuyos resultados deberá presentar el subcontratista a la Dirección de Construcción. En estas revisiones se comprobará la realización de los puntos indicados en el apartado 5 de la norma UNE 58-808.

2.5.6 TRABAJOS DE SOLDADURA

Cualquier trabajo de soldadura deberá disponer de un extintor de incendio en su proximidad, a una distancia inferior a 15 metros y situado en la misma central o plano de trabajo.

Las máquinas de soldadura eléctrica se agruparán, evitando la dispersión y proliferación de cables eléctricos. Las máquinas se mantendrán en zona elevada y seca, a resguardo de inundaciones en caso de lluvia. No se permite tapar las máquinas con lonas, plásticos, etc.

Todas las máquinas de soldar deben quedar desconectadas durante las interrupciones del trabajo y al terminar la jornada.

Los cables de alimentación y los cables de pinza y masa se mantendrán en perfecto estado de uso y sin empalmes. Los cables de masa dispondrán de una cierna o grapa en su extremo, que permita fijarlos firmemente al punto de toma de masa. Los cables de masa se conectarán junto al punto de soldeo, no permitiéndose la toma de masa a través de estructuras metálicas, recipientes, equipos, etc.

Tanto las máquinas de soldar como los cables de alimentación y de servicio, se someterán a una revisión minuciosa. Los resultados de esta revisión se registrarán y las máquinas y cables se marcarán. Se enviará a la Dirección de Construcción informe de resultados de dichas revisiones.

Las botellas de gas se mantendrán en posición vertical, en todo momento, en carros portabotellas o en soportes adecuados. Cuando no estén en servicio, se mantendrá colocada la caperuza protectora de la válvula. Mientras estén en uso, se mantendrá el aro protector o, en su defecto, se protegerán por un tejadillo contra posibles golpes.

Todos los equipos de soldadura oxiacetilénica o de gas dispondrán de dos juegos de válvulas antirretroceso. Un juego se instalará a la salida de las botellas y el otro junto al soplete.

Todas las botellas que estén en uso dispondrán de la correspondiente llave de apertura y cierre, sujeta a la botella y lista para su utilización. El transporte de botellas de gases, tanto horizontal como vertical, se realizará en jaulas adecuadas, incluso si se trata de botellas vacías.

En prevención de que se produzcan incendios, previamente al inicio de cualquier trabajo de soldadura se inspeccionará la zona, con objeto de detectar la presencia de productos susceptibles de arder. Si se encontraran materiales de estas características, se retirarán a lugar seguro o se protegerán con mantas ignífugas.

Cuando se realicen trabajos de soldadura en lugares de paso de otro personal, especialmente si se sueldan chapas de plataformas, barandillas, etc., se colocarán carteles indicando la existencia de superficies calientes, para evitar accidentes por quemaduras.

2.5.7 INSTALACIONES PROVISIONALES

General

Todas las edificaciones que dispongan en la zona de instalaciones provisionales deberán ser de materiales incombustibles, no putrescibles y de fácil limpieza.

Todos los locales estarán provistos de iluminación de señalización, que identifique claramente las salidas y vías de escape.

El contratista principal, deberá disponer de los medios e instalaciones de higiene y bienestar necesarias para garantizar las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de

trabajo que se establecen en El R.D. 486/1997 y que se describen en el presente Plan de Seguridad y Salud, además de facilitárselas a su vez, salvo que se indique lo contrario, a cada subcontratista.

Organización del mantenimiento de orden y limpieza de las dependencias:

El R.D. 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, en su Anexo II regula la obligatoriedad de mantener los locales de trabajo limpios y ordenados.

En las instalaciones se definirán dos zonas bien diferenciadas:

1. zona de Acopio de materiales.- dicha zona está destinada al almacenamiento y acopio de materiales de obra, bobinas de cable (las cuales deberán estar calzadas y no situarse en zonas de pendiente), maderas de encofrado, cableado y otros materiales de construcción) junto a esta zona de acopio podrán situarse los contenedores de Herramientas y pequeña maquinaria.
2. Punto Limpio.- se definirá una zona de almacenamiento de Residuos (ZAR) Generados en Obra o punto limpio, que deberá constar de:
   - Contenedores para Restos de cables.
   - Contenedores para restos de maderas de encofrado o bien zona de acopio de residuos o restos de maderas de encofrar.
   - Contenedor para plásticos.
   - Contenedor para cartones o zona de acopio de residuos o restos de cartones.
   - Contenedor o bidón para spray de marcaje y engrasado.
   - Contenedor de hierros y aceros.
   - Cajón para restos de cobre.
   - Se determinará zona específica para realizar lavado de canaletas de hormigón.
   - Contenedor para restos de obra.
   - Pequeño contenedor para pilas (este contenedor podrá situarse en la caseta de obra para mejor control del mismo).
   - Contenedor para restos orgánicos.

Aseos y Vestuarios

El contratista principal, además de disponer de aseos y vestuarios para su personal, facilitará a cada subcontratista este tipo de instalaciones, en la zona adjudicada para instalaciones provisionales, previa solicitud por escrito.

Los vestuarios dispondrán de una superficie no inferior a dos metros cuadrados por trabajador y altura de techo, no inferior a 2.30 m. Dispondrán de taquillas metálicas, de uso individual y provistas de cerradura.

Los aseos dispondrán al menos de lavabos o piletas, retretes, urinarios y duchas.

Los lavabos estarán provistos de agua fría y caliente, jabón y toallas individuales o secamanos, con un lavabo por cada diez trabajadores y al menos un espejo por cada 25 trabajadores. No se admitirá la instalación de piletas a la intemperie.

Los aseos dispondrán de retretes con descarga automática, en proporción de uno por cada 25 trabajadores. Irán instalados en cabinas con dimensiones no inferiores a 1 m x 1,20 m de planta y 2,30 m de altura. Las cabinas dispondrán de puerta con cierre, ventilación, iluminación artificial, percha y papel higiénico. Los retretes serán de tipo químico.

Las duchas se alojarán en cabinas, de dimensiones no inferiores a las indicadas para los retretes, que dispondrán de puerta con cierre, ventilación, iluminación artificial y percha e irán provistas de agua fría y caliente. Las duchas se instalarán en una proporción de una ducha por cada diez trabajadores.

Para garantizar el suministro de agua en los aseos, se instalará un depósito de reserva, con capacidad no inferior a 72 horas de uso normal de la instalación, debiéndose prever el abastecimiento de este depósito por medio de cisternas, en caso de que no se disponga de suministro de agua en la zona de implantación.

<u>Instalación eléctrica</u>

La manipulación, modificación y conservación de toda instalación eléctrica provisional estará a cargo de un electricista experimentado.

A su llegada a obra, cada subcontratista comunicará a la Dirección de Construcción sus necesidades de suministro para la zona de implantación. Para ello, entregará un estudio de necesidades que incluya:

- Justificación de cargas.
- Número de puntos de suministro previstos.
- Justificación del cumplimiento de las normas contenidas en este documento.
- Diagrama unifilar, tipos y secciones de los cables.
- Esquema de los cuadros generales y sectoriales, protecciones y características.
- Procedimiento de inmovilización/señalización previsto, para los trabajos de intervención y mantenimiento.
- Plan de revisiones periódicas y mantenimiento.
- Nombre del electricista de servicio designado por la empresa.

Una vez autorizada la instalación, se procederá a ejecutar la misma, por parte de un instalador autorizado y de acuerdo con las normas contenidas en este documento y demás normas aplicables. Concluida la instalación, el subcontratista lo notificará a la Dirección de Construcción y entregará el boletín de instalación expedido por el instalador autorizado.

La Dirección de Construcción determinará una inspección y las pruebas que estime oportunas, antes de autorizar la puesta en servicio.

No se permitirá la conexión de cuadros y/o equipos de un subcontratista en las instalaciones de otro. Esta norma es también de aplicación a otros servicios, como agua, desagües, etc.

Toda la instalación y equipo eléctrico provisional será apta para intemperie y uso severo, incluso la utilizada en el interior de los edificios.

Los alimentadores se tenderán enterrados a una profundidad no inferior a 40 cm., rodeados de un lecho de arena y provistos de una capa continua de rasilla, situada a 10 cm. sobre el cable, que lo proteja de golpes accidentales de pico. La zanja seguirá un trazado con direcciones ortogonales a los ejes de las calles próximas y se señalizará en el exterior.

Cada subcontratista será responsable de levantar un croquis acotado de la situación de sus cables, del cual entregará copia a la Dirección de Construcción. Los alimentadores que no pudieran ir enterrados, por discurrir por zonas pavimentadas u otras razones similares, serán de cable armado y se protegerán con medias cañas de tubo de acero.

Los cuadros estarán instalados en armarios de chapa metálica o de plástico reforzado. Dispondrán de puerta con cerradura o candado y el interruptor general de corte podrá ser accionado desde el exterior.

Los armarios irán identificados con el nombre de la empresa, un número de referencia y la señal normalizada de peligro eléctrico; permanecerán cerrados con llave y solamente tendrá acceso a ellos el electricista de servicio de la empresa a que pertenezcan.

Todos los cuadros de distribución dispondrán de una regleta que permita conectar a tierra cada uno de los circuitos repartidos. Las carcasas y partes metálicas de los receptores, así como la masa metálica de los cuadros se conectarán a tierra. No se permitirá la conexión a neutro de dichos elementos.

Los cuadros, máquinas, equipos, herramientas y aparatos de alumbrado, tendrán un grado de protección IP 557 o superior.

Las herramientas eléctricas portátiles serán de clase II y los cables de alimentación dispondrán de doble envoltura aislante.

Todos los cables eléctricos utilizados en obra serán de una tensión nominal no inferior a 1.000V.

Las tomas de corriente que se utilicen tendrán un grado de protección mínimo IP447 y serán como mínimo, para una intensidad de 16A a 220V y para 32A a 380V. Todas las tomas tendrán toma de tierra.

Todas las instalaciones, cuadros, máquinas, equipos y herramientas eléctricas serán inspeccionados regularmente, por una persona cualificada, quien llevará un registro de

dichas revisiones. El subcontratista enviará a la Dirección de Construcción un informe mensual de las revisiones efectuadas y los resultados obtenidos.

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

2.5.8 INTERFERENCIAS

Cualquier interferencia que se produzca entre dos contratistas de la obra o con contratistas ajenos al proyecto, deberá ser puesta inmediatamente en conocimiento de la Dirección de Construcción, para poder proceder a su resolución.

Los contratistas colaborarán entre sí y con la Dirección de Construcción para evitar o minimizar las interferencias entre trabajos de distintas empresas y/o especialidades.

Todo subcontratista evitará que los trabajos realizados por su personal supongan riesgos para el personal de otras empresas o para personal propio de la empresa. Si se produjeran dichos riesgos, el subcontratista lo notificará al contratista principal para que éste adopte las medidas de protección necesarias, para garantizar la seguridad de las personas antedichas.

2.5.9 PRENDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Cada empresa subcontratista está obligada a proporcionar a sus trabajadores las prendas de protección personal necesarias para su trabajo y a renovarlas/sustituirlas, siempre que las condiciones de deterioro lo hagan necesario. En caso de incumplimiento de esta norma, la Dirección de Construcción podría suministrar directamente dichas prendas a los trabajadores del subcontratista, cargando a éste el coste de las mismas.

El subcontratista mantendrá siempre, en su almacén, un stock mínimo de prendas de protección personal, que garantice la sustitución de los equipos que se vayan gastando, sin que se produzca desabastecimiento.

Los Equipos de Protección Individual cumplirán con lo dispuesto en el R.D. 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

Cada subcontratista dispone en los anexos de este Plan de Seguridad y Salud de un procedimiento o formato de entrega de Equipos de Protección Individual a sus trabajadores, en el que figuran:

- Datos de filiación de trabajador.
- Equipo que se le entrega.
- Fecha de entrega
- Firma del empleado que lo recibe.

El subcontratista instruirá a su personal en el manejo, utilización y conservación de las prendas de protección personal que le entregue y se cerciorará de que el personal ha comprendido dichas instrucciones.

Las prendas de protección personal, en general, deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ser homologadas y disponer del sello CE.
- Ser adecuadas para el tipo de trabajo a realizar.
- No entorpecer el trabajo, ni los movimientos.
- No añadir, por sí mismas, un nuevo riesgo para el trabajador.
- Ser confortables.
- Ser de fácil mantenimiento o desechables.

Además de lo anterior, a continuación, se especifican algunas condiciones, no limitativas, que deben cumplir algunas de las prendas de protección a utilizar.

Casco de seguridad

Todos los cascos utilizados por el personal de una misma empresa serán del mismo color. A su llegada a obra, cada subcontratista consultará a la Dirección de Construcción cuales son los colores libres, con objeto de evitar duplicidad.

Los cascos llevarán el nombre o anagrama de la empresa subcontratista.

Todos los cascos irán provistos de barbuquejo, que permita al personal afianzárselo en caso de viento o de trabajo en posiciones difíciles.

No se permite la utilización de cascos metálicos por parte de los operarios de empresas de montaje eléctrico o de instrumentación, ni por los electricistas u operarios de mantenimiento, de las demás empresas.

Calzado de seguridad

El calzado a utilizar puede ser de tipo zapato o bota e irá provisto de puntera de acero y suela antideslizante y antiestática, correspondiendo al menos a categoría SI de la norma UNE-EN 345. En el caso de operarios de obra civil, se exigirá que el calzado esté también provisto de plantilla antiperforable y corresponda al menos a categoría S3 de la norma indicada.

Las botas de agua tienen la consideración de calzado de seguridad y deberán cumplir las mismas condiciones que se exigen a éste, correspondiendo a las categorías S4 de la norma, para uso general y S5 para operarios de obra civil.

Arnés de seguridad

Corresponde al cinturón de seguridad Clase C, de la norma MT. No se permitirá la utilización de cinturones de sujeción como medio de prevención de caídas.

Los arneses de seguridad serán inspeccionados, emitiendo cada subcontratista un informe que refleje los resultados de dicha inspección.

Gafas contra impacto

Las gafas de protección contra impacto, a utilizar por los trabajadores, serán aptas para resistir impactos de partículas a gran velocidad, tal como se define en la Norma UNE EN 166:1995. Los oculares de estas gafas llevarán la marca F u otra superior. Las gafas a utilizar por los visitantes dispondrán al menos de resistencia mecánica incrementada y sus oculares irán identificados con la marca S.

2.5.10 MEDIO AMBIENTE

Los residuos generados en la obra se clasificarán, en función de su tipo y peligrosidad, gestionándose cada tipo de residuos, de acuerdo con las normas que les sean de aplicación.

La Dirección de Construcción dispondrá contenedores para retirada de obra del material de desecho, que no sea clasificable como residuo tóxico o peligroso y que no esté sujeto a un tipo especial de gestión. El coste del alquiler y retirada de dichos contenedores será repartido entre los contratistas presentes en obra, proporcionalmente al personal presente de cada empresa.

Cada subcontratista dispondrá de contenedores metálicos cerrados, para recoger la basura de tipo orgánico. Estos contenedores serán de color verde, se vaciarán diariamente y su contenido entregado al servicio municipal de recogida de R.S.U.

La eliminación de los envases, embalajes y restos de embalajes se realizará por medio de un gestor autorizado. Cada subcontratista justificará a la Dirección de Construcción que ha establecido los acuerdos necesarios, con uno de dichos gestores, para este servicio. La gestión de este tipo de residuos podrá realizarse de una manera mancomunada, a través de la Comisión de Seguridad e Higiene de la obra, si así se acuerda en el seno de dicha comisión.

Todos los contenedores de tipo abierto se cubrirán con redes o lonas, antes de ser retirados de obra para su vaciado. También se cubrirá la caja de los camiones que deban transportar materiales sueltos.

Las aguas procedentes de los aseos se recogerán en fosas sépticas, que se dimensionarán de acuerdo con el número máximo de trabajadores empleados por cada subcontratista. La salida de la fosa se conectará a un pozo absorbente o a un depósito de recogida que se vacíe periódicamente.

La Dirección de Construcción podrá pedir la paralización, a cargo del subcontratista, de cualquier operación que genere un impacto medioambiental evidente o comprobado, estando el subcontratista en la obligación de poner los medios oportunos para continuar el trabajo por un procedimiento que evite dicho impacto, así como reparar el daño causado.

La Dirección de Construcción podrá, en caso de incumplimiento de la normativa medioambiental, imponer sanciones económicas a los contratistas.

2.5.11 FORMACIÓN

Cada subcontratista es responsable de la información a sus trabajadores acerca de los riesgos que puedan encontrar en el desempeño de su trabajo, así como de la formación de los mismos en el uso de las técnicas disponibles para eliminar o minimizar dichos riesgos. A tal efecto, el subcontratista se encargará de hacer llegar este Plan de Seguridad y Salud a todos sus trabajadores.

En particular, el subcontratista informará a sus trabajadores de las medidas y normas contenidas en este Plan de Seguridad. Además, cada trabajador deberá firmar un recibí, anexado en este Plan, de la recepción y comprensión del Plan de Seguridad.

De todas las acciones informativas y formativas realizadas, cada subcontratista mantendrá un registro de asistentes y la documentación justificativa con sus recibís correspondientes firmados.

2.5.12 ORGANIZACIÓN

Cada subcontratista nombrará un responsable de seguridad, con funciones de supervisar la puesta en práctica del Plan de Seguridad de la empresa contratista y de las demás normas de aplicación.
Los responsables de seguridad serán con dedicación exclusiva en los siguientes casos:

- Contratistas con tres o más subcontratistas de actividades diferentes o con dos o más subcontratistas de la misma actividad.
- Cualquier subcontratista que rebase un número de 50 trabajadores, desde el momento en que esto se produzca o sea previsible cuando el Pliego de Condiciones Particulares así lo determine.

En el resto de los casos, los técnicos de seguridad podrán simultanear sus funciones con las de Jefe de Obra, Encargado General o Jefe de Equipo, siempre que éstas no supongan menoscabo de las anteriores.

Los técnicos de seguridad de las empresas con más de 15 operarios serán técnicos titulados.

2.5.13 CONTROL DE PERSONAL, EQUIPOS DE TRABAJO, MATERIALES, PRODUCTOS Y SERVICIOS

Cada subcontratista llevará un control de las personas a su cargo o bajo su responsabilidad, así como de las empresas subcontratistas/trabajadores autónomos contratados; información que periódicamente pondrá a disposición de la Dirección de Proyecto a través del Director Facultativo/Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Además de la documentación obligatoria que cada empresa debe presentar en relación a sus trabajadores, los trabajadores de nacionalidad extranjera, comunitaria o no, cumplirán con lo dispuesto en el R.D. 155/96 sobre solicitud de permiso de trabajo y residencia, autorización para trabajar o modificación de permiso, debiendo presentar para su ingreso, copia de los modelos o documentos justificativos que dicho operario dispone de un permiso de trabajo en España.

Cada subcontratista numerará y pondrá el nombre de su empresa en todos los equipos de trabajo y auxiliares. Cumplirán los requisitos técnicos marcados por su legislación

correspondiente, y muy especialmente por las normas descritas en el R.D. 1.215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Asimismo, las empresas propietarias cumplirán las normas de entrada y salida de materiales, registrándose éstos a su entrada en obra y solicitando la autorización de salida de material, cuando haya que retirarlas de la misma.

2.5.14 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Director Facultativo, el Coordinador de Seguridad y Salud en obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa, cuando observen una situación de grave riesgo para el personal o para la propiedad, podrán ordenar la inmediata detención de los trabajos afectados.

Las detenciones ordenadas en estas circunstancias no darán lugar a compensación económica al subcontratista o contratistas afectados.

Si la situación de riesgo viniera determinada por el incumplimiento de las medidas de seguridad, por parte de alguna empresa subcontratista, además de notificar a la empresa responsable, se realizará la correspondiente anotación en el Libro de Incidencias y se informará a la Inspección de Trabajo, según se indica en el Art. 14 del R.D. 1627/1997.

2.5.15 SANCIONES

El incumplimiento de las medidas y normas de seguridad dará lugar a la aplicación de sanciones. La Dirección de Construcción podrá aplicar sanciones económicas, en caso de incumplimiento de la normativa e instrucciones de seguridad, así como de las obligaciones contenidas en este documento.

3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

PROTECCIÓN INDIVIDUAL			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Ropa de Trabajo	10	45,00 €	450,00 €
Gafas de seguridad	10	12,35 €	123,50 €
Protección auditiva	10	12,10 €	121,00 €
Pares de guantes para riesgo mecánico	30	3,00 €	90,00 €
Pares de guantes para riesgo eléctrico	30	6,00 €	180,00 €
Calzado de seguridad	10	18,55 €	185,50 €
Chaleco Reflectante	30	4,00 €	120,00 €
Arnés anticaída	10	40,00 €	400,00 €
Casco	15	7,50 €	112,50 €
Mascarillas (protección vías respiratorias)	50	15,00 €	750,00 €
TOTAL			**2.532,50 €**
PROTECCIÓN COLECTIVA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Cinta de balizar	200	1,23 €	246,00 €
Escalera	3	31,25 €	93,75 €
Andamios	3	110,25 €	330,75 €

Pantallas, mamparas	3	70,00 €	210,00 €
Revisión de extintores	5	95,00 €	475,00 €
Señalización	50	4,60 €	230,00 €
TOTAL			**1.585,50 €**

VIGILANCIA DE LA SALUD			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Vigilancia de la Salud	20	20,00 €	400,00 €
TOTAL			**400,00 €**

FORMACIÓN TRABAJADORES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Formación a trabajadores	1	382,00 €	382,00 €
TOTAL			**382,00 €**

PRESUPUESTO TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	
TOTAL	**4.900,00 €**

El presupuesto total en materia de seguridad y salud de la obra asciende a 4.900 €, **CUATRO MIL NOVECIENTOS EUROS** (IVA no incluido).

4 CONCLUSIONES

Tras la realización de este documento, se constata que un plan completo de una instalación de este tipo es realmente complejo, ya que se llevan a cabo muchas actividades muy diferentes con riesgos propios cada una.

Aunque los riesgos en teoría solo afectan al personal que realiza una actividad en concreto, es posible que de forma indirecta puedan verse afectadas otras personas y al tratarse de obras tan grandes, donde a la vez hay grupos diferentes de gente trabajando al mismo tiempo.

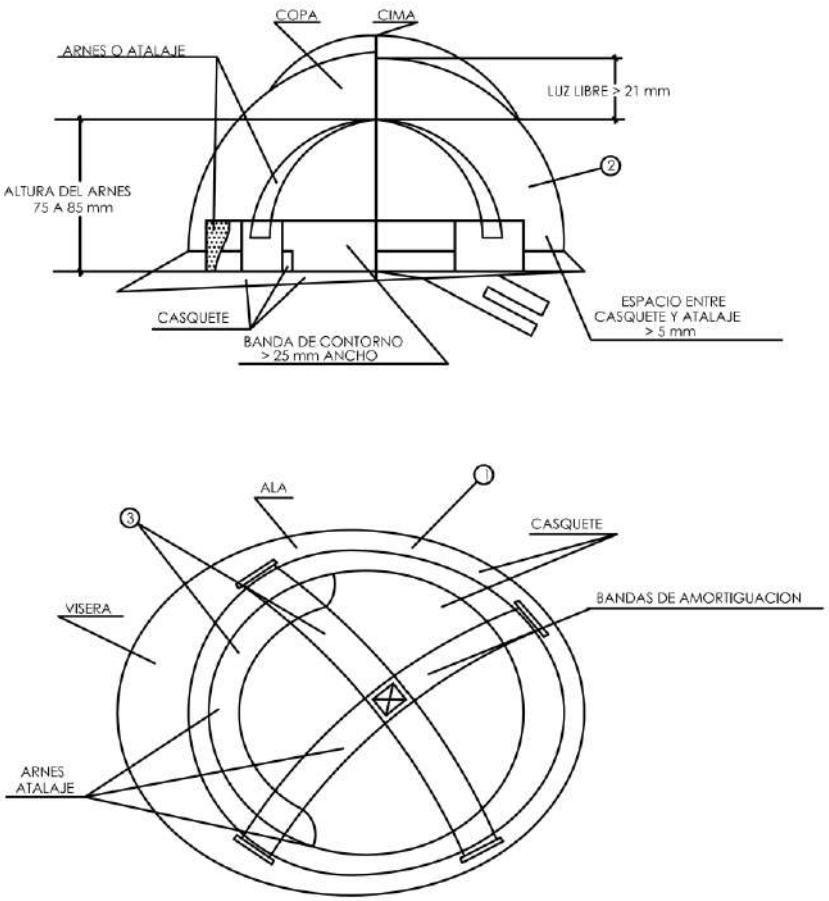
En este caso en concreto se da en la figura del jefe de obra, donde al ser un supervisor, debe estar en todos los lugares donde hay actividad, por lo que en principio se le deberían incluir todos los riesgos posibles. No obstante, al ser un mero supervisor, la probabilidad y severidad es muy pequeño, pues solo supervisa.

Por lo anteriormente expuesto, no se ha realizado una evaluación en concreto de esta figura, ya que sería complicadísimo evaluarla. Simplemente comentamos que se ve afectado por todos los riesgos, pero valoración muy baja.

Este mismo ejemplo puede pasar con otras figuras que se vean afectadas por riesgos que no se les debería ser asignado por la actividad, pero que por la proximidad de otras actividades si puede afectarles.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

5 PLANOS



1. MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
2. CLASE N AISLANTE A 1000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V
3. MATERIAL NO RIGIDO HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION

0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

Título de Plano

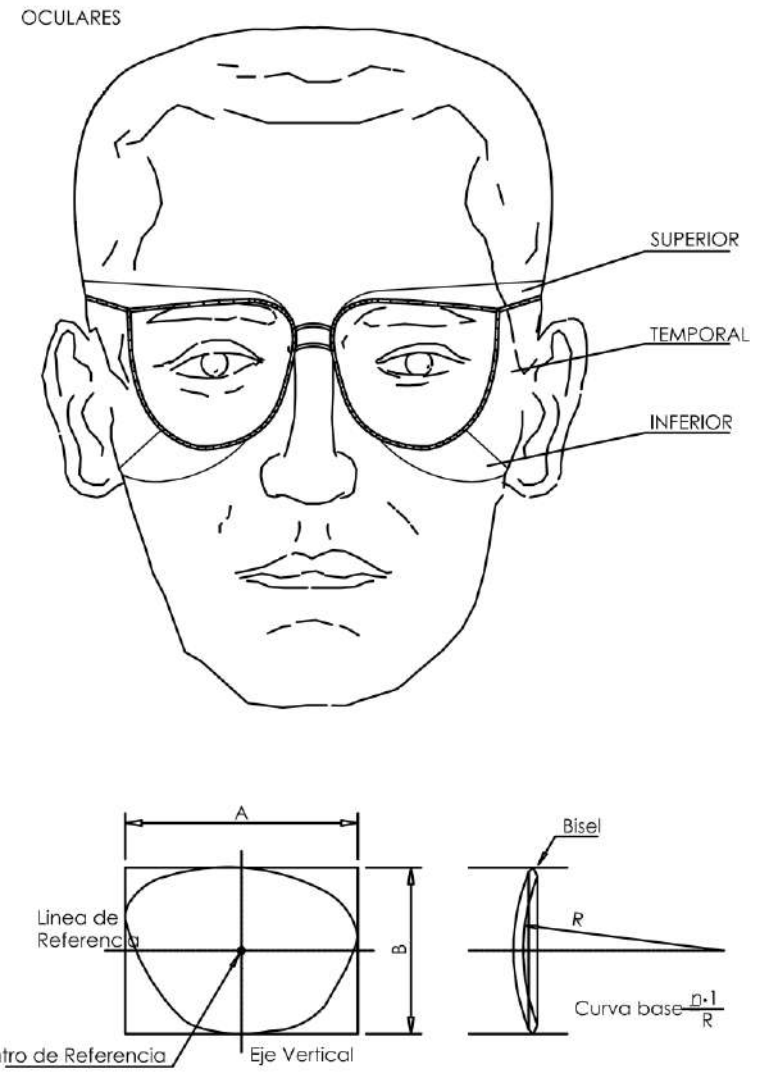
Protección Individual: Casco de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-001**

Hoja: 1 de 1

PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

Título de Plano

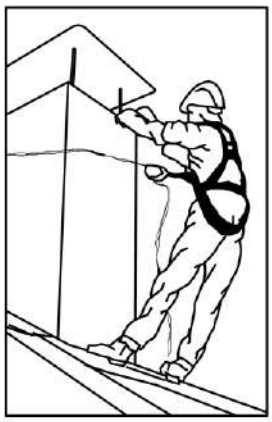
Protección Individual: Casco de Seguridad

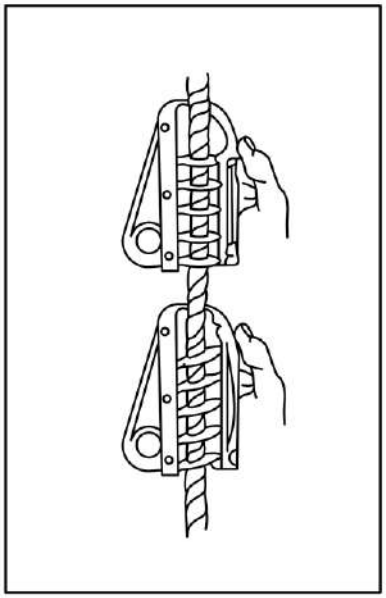
	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

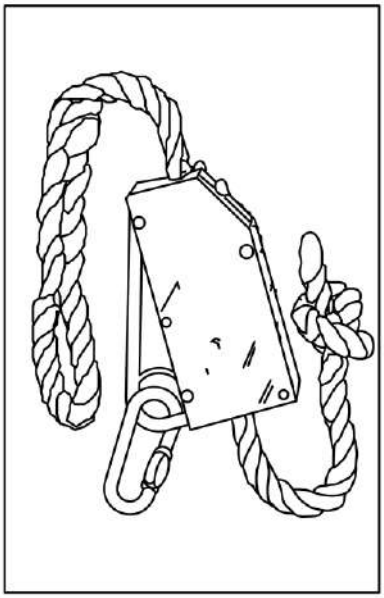
Plano Nº: **S-002**

Hoja: 1 de 1

ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)







0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

Título de Plano

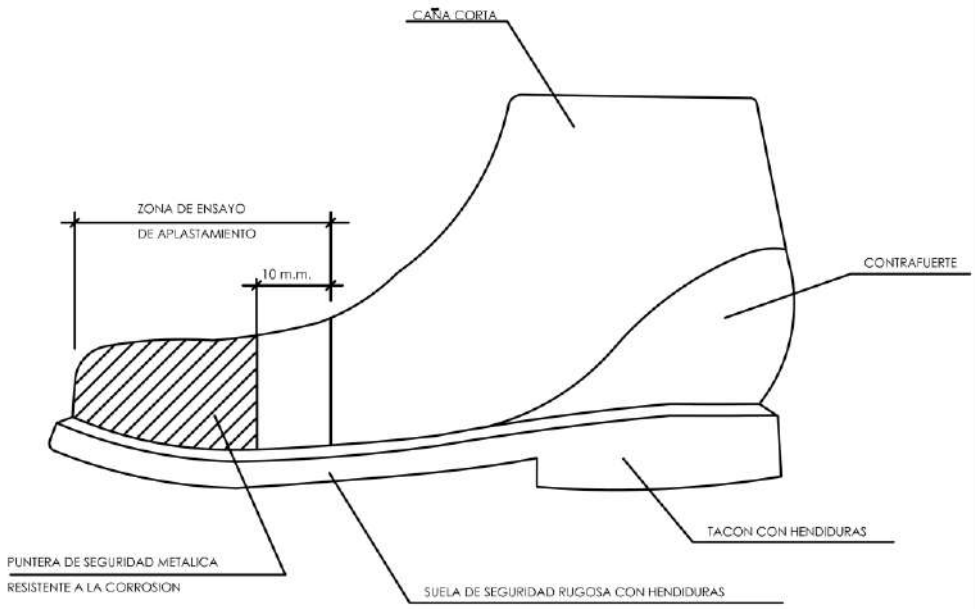
Protección Individual: Arnés de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-003**

Hoja: 1 de 1

BOTA DE SEGURIDAD



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

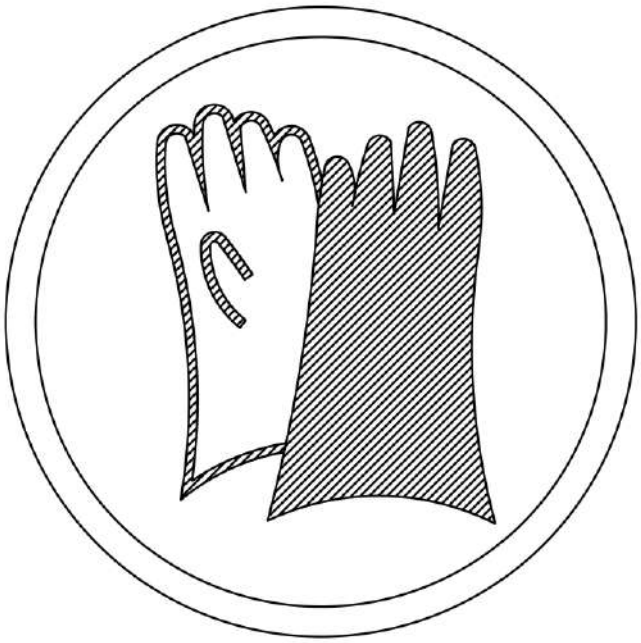
Título de Plano

Protección Individual: Botas de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-004**

Hoja: 1 de 1



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

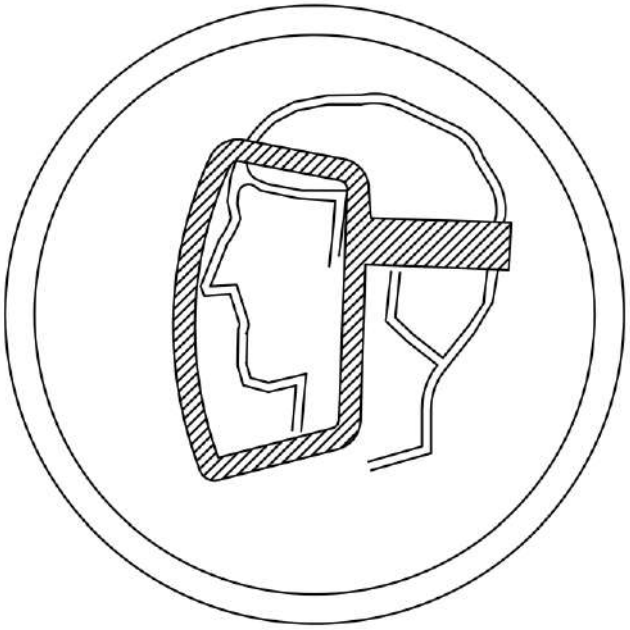
Título de Plano

Protección Individual: Guantes de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-005**

Hoja: 1 de 1



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

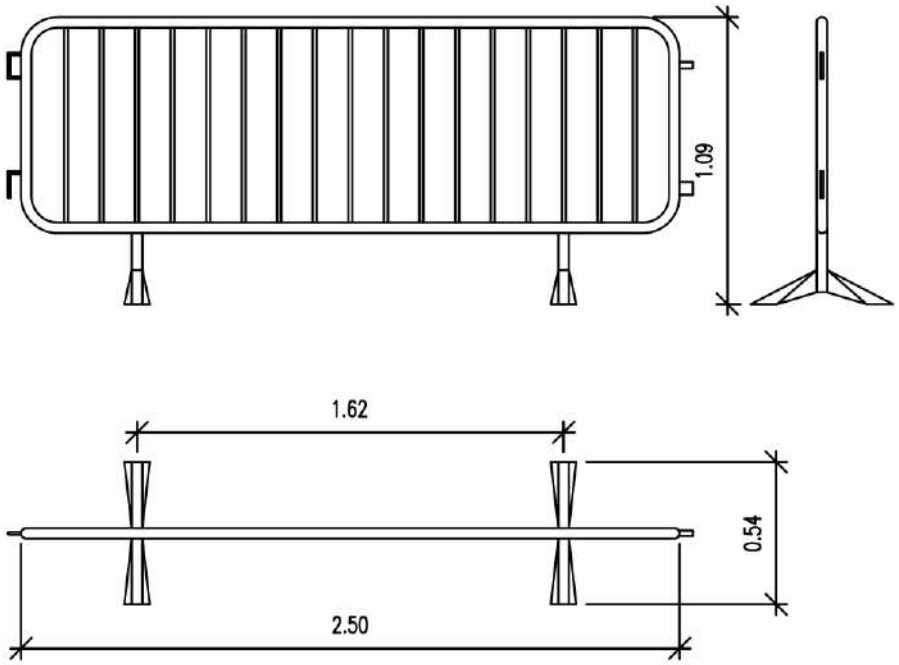
Título de Plano

Protección Colectiva: Protector de pantalla

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-006**

Hoja: 1 de 1



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

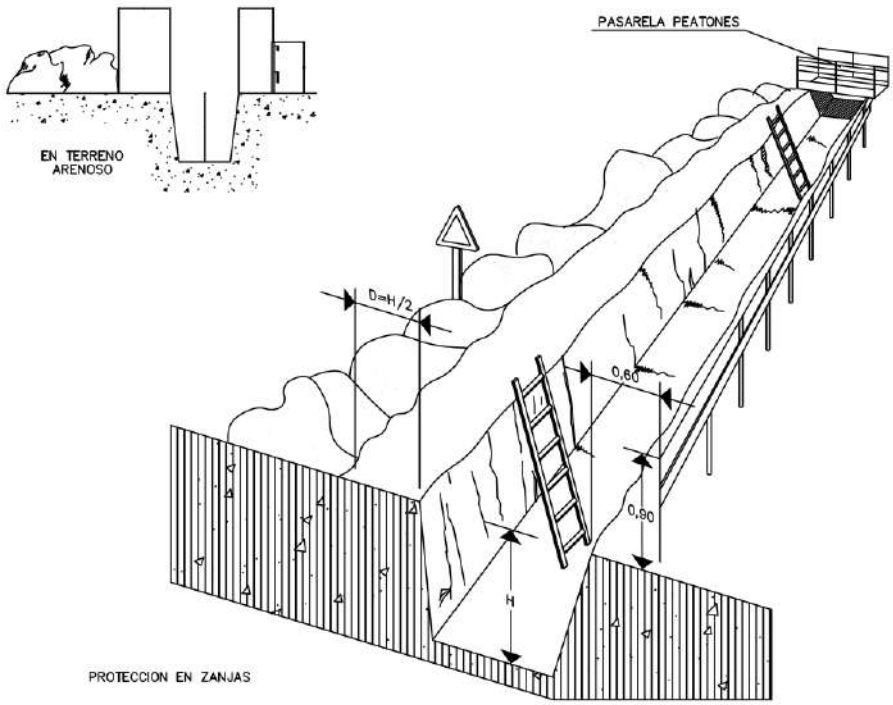
Título de Plano

Protección Colectiva: Vallas de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-007**

Hoja: 1 de 1



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

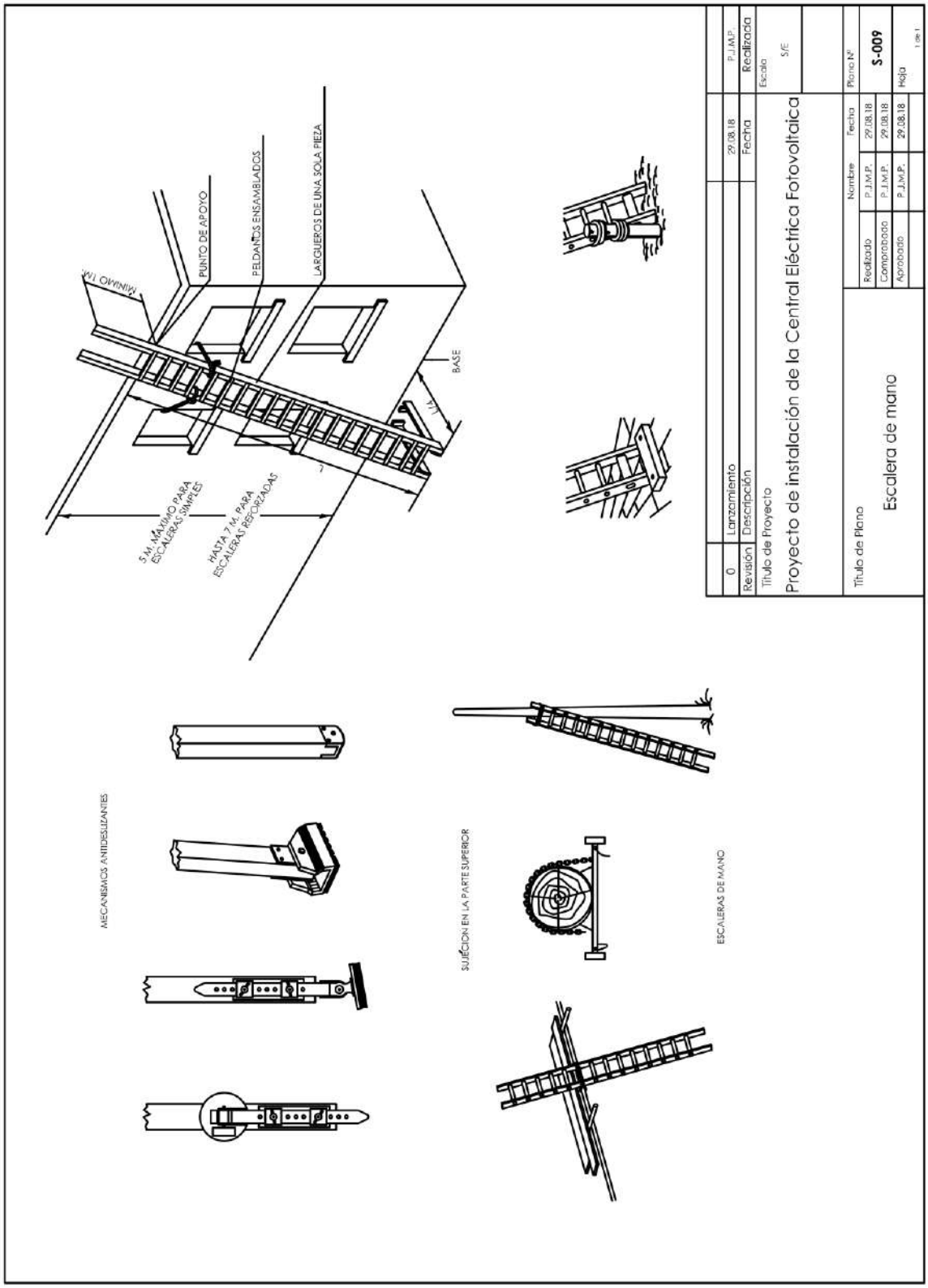
Título de Plano

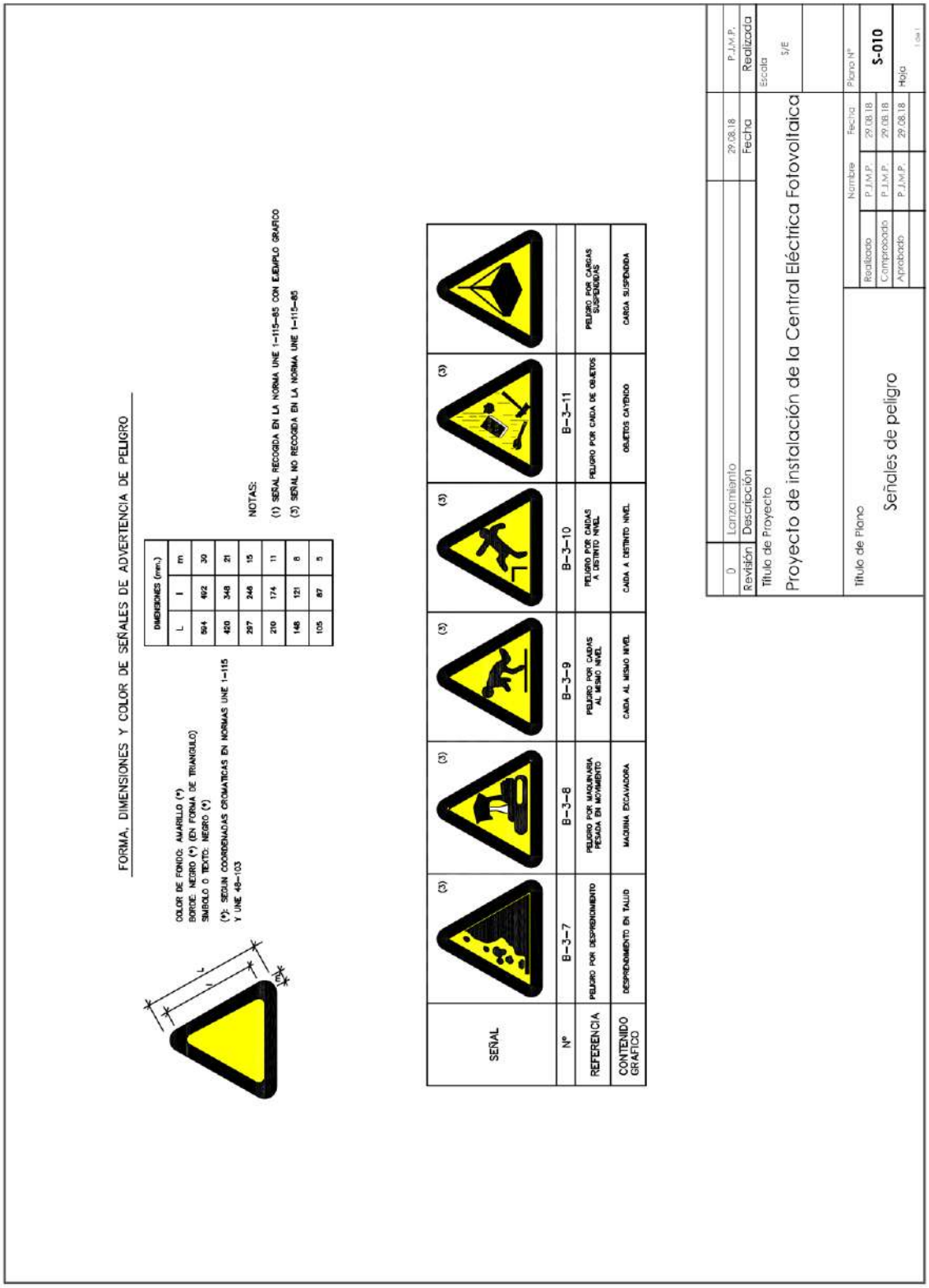
Protección Zanjas

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-008**

Hoja: 1 de 1


MINIMO 1 M.
PUNTO DE APOYO
PELDAÑOS ENSAMBLADOS
LARGUEROS DE UNA SOLA PIEZA
BASE
1/4
L
5 M. MÁXIMO PARA ESCALERAS SIMPLES
HASTA 7 M. PARA ESCALERAS REFORZADAS
MECANISMOS ANTIDESLIZANTES
SUJECIÓN EN LA PARTE SUPERIOR
ESCALERAS DE MANO
0
Lanzamiento
P.J.M.P.
Revisión
Descripción
29.08.18
Fecha
Realizada
Título de Proyecto
Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica
Escala
S/E
Título de Plano
Escalera de mano
Nombre
Fecha
Realizado
P.J.M.P.
29.08.18
Comprobado
P.J.M.P.
29.08.18
Aprobado
P.J.M.P.
29.08.18
Plano Nº
S-009
Hoja
1 de 1


FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO
COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIANGULO)
SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)
(*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103
DIMENSIONES (mm.)
L 1 m
564 402 30
420 348 21
297 246 15
210 174 11
148 121 8
105 87 5
NOTAS:
(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85
SEÑAL
Nº
REFERENCIA
CONTENIDO GRAFICO
B-3-7
PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO
DESPRENDIMIENTO EN TALUD
B-3-8
PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO
MAQUINA EXCAVADORA
B-3-9
PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL
CAIDA AL MISMO NIVEL
B-3-10
PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL
CAIDA A DISTINTO NIVEL
B-3-11
PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS
OBJETOS CAYENDO
PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CARGA SUSPENDIDA
0 Lanzamiento 29.08.18 P.J.M.P.
Revisión Descripción Fecha Realizada
Título de Proyecto
Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica
Escala S/E
Título de Plano
Señales de peligro
Nombre Fecha
Realizado P.J.M.P. 29.08.18
Comprobado P.J.M.P. 29.08.18
Aprobado P.J.M.P. 29.08.18
Plano Nº S-010
Hoja 1 de 1

6 ANEXOS

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
01	Caídas de personas a distinto nivel.	Ascenso o descenso a la retroexcavadora	X				X		Bajo	4	Excavaciones Movimientos de tierra
02	Caída de personas al mismo nivel	Desorden y falta de limpieza. Irregularidades del terreno	X				X		Bajo	4	Transito por la obra

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS			
01	El conductor de la máquina retroexcavadora utilizará el acceso a la cabina previsto, no haciendo uso de otros medios para llegar al puesto de conducción. Este acceso se mantendrá libre de aceites, grasa, barro o cualquier sustancia que pueda ocasionar un resbalón. Se utilizará calzado antideslizante atendiendo al buen estado de la suela. El conductor comprobará la ubicación de posibles obstáculos en el suelo, que pudieran provocar tropiezos, torceduras o contusiones, a la hora de descender de la máquina. El ascenso o descenso de la cabina se realizará de cara a esta, con las manos libres, empleando las dos manos para sujetarse. Nunca se saltará o bajará de una máquina en marcha, salvo casos de extrema urgencia. Está totalmente prohibido subir personas al "cazo" o "cuchara" de la maquina.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
02	Se salvarán, en lo posible, las irregularidades del terreno o del suelo, y se facilitará el paso de unas zonas o otras, dentro del mismo nivel. Debe evitarse que los carburantes, grasas y otros líquidos que se derramen, y cuando esto ocurra, los charcos se limpiarán o cubrirán con arena. Se debe prestar una especial atención al estado del terreno, a la hora de realizar el ascenso o descenso de la maquina, para evitar tropiezos, torceduras o golpes provocado por piedras, restos de material o cualquier posible obstáculo, situados al nivel del suelo.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
14	Sobreesfuerzos	Manipulación de cargas Vibraciones de la maquinaria		X			X		Medio	3	Tiempo de exposición a vibraciones.
03	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	Tierras, escombros	X					X	Medio	3	Movimiento de tierras, Derrumbamientos
12	Atrapamiento por o entre objetos	Partes móviles de la máquina	X				X		Medio	3	Operaciones de manutención

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS			
14	El conductor de la retroexcavadora se ayudará de elementos auxiliares adecuados para el movimiento de materiales pesados y voluminosos en caso de ser necesario, estos elementos se conservarán y mantendrán en buen estado, reparando o desechando los defectuosos. Para vibraciones por conducción dotar de cinturón abdominal. Comprobar el estado del asiento de la máquina, cerciorándose de la buena atenuación de las vibraciones a través de dicho asiento. Establecer pausas y descansos, para limitar la exposición a las vibraciones.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
03	No derribar elementos que sean mas altos que la máquina con la cuchara extendida. Las cotas de trabajo han de regularse de modo que la retroexcavadora llegue siempre hasta la cumbre de la pared a excavar; en caso contrario, habría que adoptar sistemas de escalones. En le borde superior hay que prever la consolidación del terreno y no sobrecargar nunca esta zona ni dejar viseras. Se tendrá en cuenta que los terrenos, cuyo origen es el rellenado por excavaciones anteriores, son especialmente peligrosos. De cargar piedras de gran tamaño, se hará una cámara de arena sobre el elemento de carga para evitar rebotes. Ni se debe circular con la retroexcavadora a menos de 2 metros del borde de las excavación o zanjas para no sobrecargar el terreno, o construir barreras para aguantar el acopio de tierras. No se acumulará terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del vaciado. No situar la cuchara por encima de la cabina del camión a la hora de cargarlo.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
12	Todos los órganos mecánicos móviles de la retroexcavadora contarán con sus respectivas protecciones. El conductor utilizará ropa ceñida y no hará uso de pulsera, colgantes, anillos, etc. que favorezcan el atrapamiento al reparar o mantenimiento peligroso de piezas en movimiento, cables, correas en zona de contacto de las poleas. Al engrasar los puntos de engranaje, y el reglaje, nunca con la máquina en funcionamiento. Realizar revisiones periódicas, especialmente accionamientos neumáticos, registrándolo en un documento de registro de mantenimiento.			

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS		
12	Las partes giratorias como rodillos, ejes, cadenas, etc.. deben estar protegidos con una carcasa o protección, y advertir el peligro con balizamientos de color negro y amarrillo o protecciones laterales. Dichas protecciones no podrán ser anuladas. Permanecer separado de todas las partes giratorias o móviles que no se encuentren protegidas. Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas. Se prohíbe arrancar el motor de una máquina sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación del "cazo" o "cuchara" de la retroexcavadora. En tareas de reparación o manutención de la retroexcavadora, previamente se procederá a parar completamente el motor, así como todos los elementos en movimientos, incluso el de inercia, una vez que ésta ha sido parada. Utilización de un cinturón de seguridad que mantenga al conductor fijo al asiento al estilo de los instalados en los automóviles, para evitar el atrapamiento en alguna parte de la cabina, en caso de accidente o colisión. Al cambiar un neumático, colocar una base firme para subir la máquina.		
	Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:

		EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA									
										Fecha: **Rev.:**	
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
13	Atrapamiento por vuelco de máquinas	Retroexcavadora y Pala Cargadora	X					X	Medio	3	Excavaciones y circulación
Cod R.	**MEDIDAS PREVENTIVAS**										
13	Se comprobará diariamente, antes de iniciar los trabajos, todos los niveles (fluidos hidráulicos, aceites...) y el correcto funcionamiento de todos los sistemas. Se vigilará la presión de los neumáticos, trabajando con la presión recomendada por el fabricante y se verificará que todas las indicaciones de los controles son normales. Se respetará en todo momento la normativa sobre seguridad vial vigente en los distintos emplazamientos, respetando en todo momento la señalización existente en la obra. Balizar la zona para evitar transito de terceras personas. Periódicamente, en un lugar despejado y seguro, se verificará el buen funcionamiento de los frenos, se hará girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad y se maniobrará con las palanca. Se probaran las diferentes marchas. La retroexcavadora se estacionara siempre en los lugares destinados a tal fin, cuyo suelo ha de ser firme. En caso de existir pendientes inevitablemente se calzarán las ruedas. No trabajar con estabilizadores. Siempre que se haya de circular por taludes, estos quedarán debidamente señalizados a una distancia no inferior a 2m del borde. Como norma general, nadie se acercará a la retroexcavadora en funcionamiento, a una distancia inferior a 5m. desde el punto mas alejado al que la máquina tiene alcance. Al entrar por accesos dificultosos o de poca visibilidad, se hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra. No se deberá estacionar ni circular a distancias menores de 3m de cortes de terreno, bordes de excavación, laderas, barrancos..., para evitar el vuelco. Quedará prohibido tumbarse bajo la retroexcavadora para descansar. No trabajar en pendientes que superen el 50 %. Trabajar de cara a la pendiente. Adecuar el modelo de maquina a la altura de las tierras. La conducción se realizará siempre con la "cuchara" plegada. Durante periodos de parada de la maquina, la "cuchara" permanecerá apoyada en el suelo, la transmisión en punto muerto, el motor parado con la llave extraída, el freno de estacionamiento aplicado y la batería desconectada. Al descender rampas o pendientes, el brazo estará situado en la parte trasera de la máquina. No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas. No se abandonará la retroexcavadora sin dejar apoyada la cuchara en el suelo. No se realizarán trabajos en el interior de una zanja cuando se encuentren operarios dentro del radio de acción de la máquina. Debe disponer de cabina de seguridad antivuelco (ROPS) y dicha cabina ha de ser de seguridad antimpacto (FOPS).Cuando se realicen trabajos de demolición en rampas, no utilizar vigas de madera o hierro que puedan dejar oquedades. No bajar nunca una pendiente en punto muerto o apagado.										
Plazo:		Responsable:				Coste:				Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: **Rev.:**	
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
17	Contactos eléctricos	Líneas eléctricas	X					X	Medio	3	Excavaciones
16	Contactos térmicos	Elementos calientes del motor	X			X			Muy bajo	5	Operaciones de mantenimiento

Cod R.	**MEDIDAS PREVENTIVAS**			
17	En presencia de líneas eléctricas se evitará que el brazo o cazo, se aproxime a los conductores a una distancia menor de 5 m, si la tensión es igual o superior a 66.000v. y a menos de 3m. para tensiones inferiores, no obstante, siempre guardar siempre distancias de seguridad. En caso de contacto con una línea en tensión, el conductor debe permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio, ya que en su interior no corre peligro. Si el conductor se viera absolutamente obligado a abandonar la retroexcavadora, lo hará con los pies juntos, saltar lo mas alejado posible de la maquina. Para las líneas aéreas colocar pórticos limitadores de gálibo. Para trabajos con líneas de alta tensión, bien por contacto directo o por arco eléctrico seguir las pautas del análisis genérico de riesgos en cuento a aplicar las "cinco reglas de oro" : abrir con corte visible las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de cierre intempestivo, enclavar o bloquear, señalizando prohibido maniobrar, comprobar ausencia de tensión, poner a tierra y en cortocircuito, señalizar y delimitar la zona .En caso de posibilidad de la existencia de cables enterrados se solicitará a la propiedad información escrita de la situación de estos mediante planos, en caso de dudas solicitar tanto para líneas subterráneas como aéreas el corte del suministro eléctrico. No colocar nunca una pieza metálica en los bornes de la batería.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
16	El tubo de escape de la maquinaria estará protegido contra contactos térmicos. No se manipulará cuando la maquina esté en funcionamiento o mantenga calor residual. Las operaciones de mantenimiento y reparación del motor apagado se realizarán cuando este esté frio. No manipular el motor caliente cuando alcanza su temperatura, cualquier contacto puede originar quemaduras graves. No levantar, en caliente la tapa del radiador, los gases desprendidos pueden provocar quemaduras.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
15	Exposición a temperaturas ambientales extremas,	Frío-calor ambiental		X		X			Bajo	4	Condiciones climatológicas
24	Exposición a agentes físicos.	Ruido, vibraciones	X			X			Muy bajo	5	Vibraciones transmitidas por la maquinaria
18	Inhalación, exposición o ingestión de sustancias nocivas.	Polvo	X			X			Muy bajo	5	Excavaciones y movimientos de tierras Derrumbamientos

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS			
15	La cabina de la retroexcavadora estará acondicionada contra las inclemencias del tiempo de manera que en su interior los factores temperatura y humedad se mantengan dentro de la zona de confort.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
24	El asiento del conductor estará dotado de sistema de amortiguación eficaz contra vibraciones. El conductor de la retroexcavadora hará uso de protección auditiva en caso de ser necesario.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
18	En caso de la existencia de polvo en el ambiente procedente de las tareas de excavación, puede ser necesario el uso de mascarillas antipolvo. Se procurará que el lugar a excavar permanezca regado, en evitación de esta situación. Revisar puntos de escape del motor, evitar que los gases entren en la cabina, especialmente los motores previstos de ventilación de aspiración para el radiador. La cabina será estanca. Es aconsejable que la máquina disponga de aire acondicionado para poder tener las ventanas cerradas mientras se realiza el trabajo, de este modo se evitaría la entrada de este tipo de sustancias en el interior. El sistema de enfriamiento contiene álcali, evite su contacto con la piel y los ojos.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
23	Atropello, golpe o choques con o contra vehículos	Retroexcavadora y pala cargadora		X			X		Medio	3	Conducción Transito por la obra

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
23	Se cumplirá lo establecido en el Código de Circulación vigente y en las condiciones particulares de seguridad vial de los distintos emplazamientos. Guardar unas distancias de seguridad cuando exista varias maquinas trabajando. Estacionar en lugares establecidos y adecuadamente nivelado. En pendientes utilizar gatos niveladores. No abandonar la maquina con el motor en marcha. El calzado será antideslizante y libre de barro en las suelas para evitar bloqueos en pedales y mecanismos. La cabina será cerrada, instalada de manera que tenga en las maniobras el mayor campo de visión. No transportar personas sobre las maquinas. Al finalizar el trabajo la batería quedará descargada y la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto quitada. Verificar en la maquinaria los limitadores de velocidad. No circular a mas de 20 Km/h, en las instalaciones y respetar en todo caso los pasos para peatones. No realizar maniobras de marcha atrás, en espacios reducidos, sin el auxilio de un señalista. Disponer de señales acústicas automáticas de retroceso, así como faros de marcha hacia delante y retroceso, retrovisores en ambos lados, pórticos de seguridad antivuelco y antimpacto. . Cuando la zona de trabajo, este próxima a lugares de paso de maquinas, el sentido de la marcha debe coincidir con el sentido del movimientos de estos vehículos. Respetar la señalización de obra.

Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
28	Accidentes in itinere	Accidentes producidos al ir o volver del trabajo al domicilio habitual y viceversa	X				X		Bajo	4	Desplazamientos fuera de la jornada.
21 22	Incendio y explosión	Productos o posibles fugas en los centros de trabajo		X			X		Medio	3	Productos existentes en otros centros de trabajo
29	Otros	Varios									

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS			
28	Se cumplirá con lo establecido en el Código de Circulación vigente. Se evitará el consumo de sustancias que alteren la capacidad de conducción.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
21 22	En trabajos realizados en instalaciones de empresas clientes como Repsol YPF, o en aquellos con riesgo de atmósfera inflamable o explosiva, este prohibido fumar salvo en zonas autorizadas, está prohibido entrar en las instalaciones con mecheros, encendedores, etc.. esta prohibido el uso de teléfonos móviles, de utilizar emisoras estas serán antideflagantes con marcado EX.El tubo de escape estará dotado de rejilla. El operario antes de entrar en plantas y donde este sea obligatorio, obtendrá el correspondiente Permiso de Trabajo de entrada de vehículo.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
29	Pautas de actuación: cuando el conductor se salga de la cabina irá dotado de los equipos de protección individual obligatorios: casco, gafas de seguridad y calzado con puntera reforzada. Además de aquellos obligatorios en cada caso: protección auditiva y respiratoria, ropa de trabajo para el frío y la lluvia. En ningún caso la ropa de trabajo será de manga corta o pantalón corto. Uso obligatorio de chaleco reflectante en obra. El operario que maneje la máquina debe ser cualificado, con buena capacidad visual y experiencia. La máquina irá dotada de: botiquín de primeros auxilios, extintor, herramientas esenciales, juego de lámparas de repuesto, chaleco reflectante Se hará uso del cinturón de seguridad dentro de la máquina. No lavar la ropa o manos con gasolina o sustancias inflamables.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
6	Pisadas sobre objetos	Piedras, material, herramientas, alteraciones del terreno		X			X		Medio	3	Acceso y descenso a maquinas
22	Incendios.	Combustible de la retroexcavadora.	X				X		Bajo	4	Repostar combustible.
21	Explosiones	Chispas del escape s	X					X	Medio	3	Excavaciones

Cod R.	**MEDIDAS PREVENTIVAS**			
6	Eliminar obstáculos cercanos a las escaleras de acceso a la retroexcavadora como pueden ser, piedras, restos de materiales, herramientas, que pudieran provocar una torcedura, un tropezón, o incluso llegar a un lesión grave, como rotura de ligamentos. Cerciorarse, antes de bajar de la máquina, de la ubicación de dichos obstáculos, para no pisar sobre ellos, adoptando una especial atención al realizar esta operación.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
22	El depósito de la retroexcavadora será totalmente estanco. Irá dotada de extintor de polvo polivalente cuyo manejo será conocido por el conductor. En ambientes inflamables o explosivos poner picas con masa a tierra. No fumar cuando se cargue combustible o se compruebe el carburante. Colocarse a favor del viento para no quedar salpicado con el carburante. Seguir indicaciones del permisos de trabajo o pautas establecidas por la propiedad al trabajar en distintos centros de trabajo. No guarde combustibles ni trapos manchados de grasas en la maquina.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
21	El tubo de escape de la retroexcavadora tendrá colocada una rejilla antichispas en caso de trabajos en atmósferas potencialmente explosivas. Se cumplirá con las medidas preventivas indicadas en el correspondiente permiso de trabajo, en especial con la detección de gases en el recorrido y la zona de posición de la máquina cuando exista este riesgo. No utilizar mechero o cerillas para ver dentro del motor.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO: CHOFER CAMIÓN-PLUMA

Empresa:
Actividad:

Dirección:
C.P.: **Localidad:** **Tfno:**

Fecha:
Rev.: 0

Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
01	Caída de personas a distinto nivel	Ascenso o descenso de la cabina	X			X			Muy bajo	5	Maniobra con el camión
03	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	Cargas mal apiladas	X				X		Bajo	4	"
04	Caída de objetos en manipulación	Carga	X					X	Medio	3	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
01	El acceso a la cabina y el descenso desde esta se realizará siempre utilizando la escalera que ha de permanecer libre de aceite, grasa o cualquier sustancia que la haga resbaladiza. El operador hará uso de calzado de seguridad con suela antideslizante. Limpiar zona de pedales.
03	Las cargas se apilaran de forma segura atendiendo especialmente al peso y volumen de estas y teniendo en cuenta la altura máxima y la capacidad o resistencia de camión respecto a la carga. Se sujetarán las piezas sobre la caja. Se situará sobre un piso firme y nivelado.
04	El estrobado se realizará de manera que el reparto de la carga sea homogéneo para que la pieza suspendida mantenga un equilibrio estable. Se evitará el contacto de los estrobos con aristas vivas de la carga mediante la utilización de cantoneras. El ángulo formado por los estrobos no superará en ningún caso 120º debiéndose procurar que sea menor de 90º. En todo caso se comprobará en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado, es superior a la real. Los elementos auxiliares (estrobos, grilletes, ganchos, etc.) estarán en perfecto estado y tendrán capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que están sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud ocho veces su diámetro, superen el 10% del total de los mismos. La camión - pluma será sometida a las inspecciones técnicas reglamentarias periódicas, con resultado favorable. El operador del camión-grúa dispondrá de capacidad, conocimientos y experiencia adecuados para desarrollar esta función. La zona que cubra la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de colocación, deberá permanecer señalizada y acotada para evitar el paso de personal mientras dure la maniobra, se emitirán señales previamente establecidas, generalmente sonoras, con el fin de advertir de esta situación. El operador usará casco cuando esté fuera de la cabina.

EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO: CHOFER CAMIÓN-PLUMA

Empresa:
Actividad:

Dirección:
C.P.: **Localidad:** **Tfno:**

Fecha:
Rev.: 0

Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
09	Golpes contra objetos móviles de la máquina	Gancho, pluma de la camión - pluma.	X				X		Bajo	4	Maniobras con el camión
08	Golpes contra objetos móviles	Carga suspendida		X			X		Medio	3	"
12	Atrapamientos por o entre objetos	Elementos auxiliares, carga, mecanismos, órganos en movimientos		X			X		Medio	3	"
02	Caída de persona al mismo nivel	Manchas de aceite		X		X			Bajo	4	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
09	Balizamiento y señalización de la zona de influencia de la pluma. Uso de casco de protección
08	Balizamiento y señalización de la zona de influencia de la pluma. Uso de casco de protección
12	Las operaciones de reparación o manutención de la camión - pluma se realizará cuando esta no está en funcionamiento. El conductor esperará antes de realizar cualquier movimiento la indicación de la persona que dirige la maniobra. Al camión –pluma se debe dar el uso debido, consistente en coger la carga de la caja al suelo y de este a la caja.
02	Limpieza de la zona de trabajo. Evitar que la suela del calzado esté impregnada de grasas, aceites o sustancias resbaladizas.

EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO: CHOFER CAMIÓN-PLUMA

Empresa:
Actividad:
Dirección:
C.P.: **Localidad:** **Tfno:**
Fecha:
Rev.: 0

Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
13	Atrapamiento por vuelco de maquinas	Camión - pluma	X					X	Medio	3	Maniobras con el camión
14	Sobreesfuerzos	Cargas, elementos auxiliares	X				X		Bajo	4	"
15	Exp.a temperaturas ambientales extremas	Frío-calor ambiental		X		X			Bajo	4	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
13	El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso, al objeto que la camión - pluma quede perfectamente nivelada, nivelación que debe ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo. Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, se ampliará el reparto de la carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o mas capas de tablones de al menos 80 mm de espesor y 1000 mm de longitud que se interpondrán entre el terreno y los estabilizadores. Los brazos soportes deberán permanecer extendidos en su totalidad y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la maquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo. En el caso de camión - plumas transmitiendo el esfuerzo al terreno a través de los neumáticos se revisará la presión de estos con el fin de que se adecuen en todo momento a las normas establecidas por el fabricante. Previamente al inicio de maniobras con cargas se conocerá el peso exacto, siendo este la suma de la carga mas el peso de los accesorios empleados. Deben evitarse oscilaciones pendulares que , cuando la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la camión - pluma. Cuando el viento es excesivo se interrumpirán temporalmente las maniobras. Tener al día las inspecciones técnicas reglamentarias y las MIE-AM-04.
14	Cuando se manipulen objetos pesados o voluminosos se utilizarán medios auxiliares, se solicitará ayuda de otros compañeros y se adoptará una posición correcta de los brazos, piernas y espalda. Recibir formación sobre manipulación manual de cargas. Control médico. En trabajos muy continuos sometidos a las vibraciones dela asiento realizar descansos cada cierto intervalo de tiempo.
15	La cabina estará acondicionada contra las inclemencias del tiempo de manera que en su interior los factores temperatura y humedad se mantengan dentro de la zona de confort.

EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO: CHOFER CAMIÓN-PLUMA

Empresa: **Actividad:**	**Dirección:** **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:**	**Fecha:** **Rev.:** 0

Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
17	Contactos eléctricos (indirectos)	Líneas eléctricas	X					X	Medio	3	Maniobras con el camión
21	Explosiones	Chispas del escape en atmósferas explosivas	X					X	Medio	3	"
22	Incendios	Combustible de la camión - pluma	X				X		Bajo	4	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
17	En presencia de líneas eléctricas se evitará que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor de 5 m. si la tensión es igual o superior a 50Kv y a menos de 3m. para tensiones inferiores. En caso de contacto de la flecha o de cables con una línea en tensión, el conductor debe permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio, ya que en su interior no corre peligro. Si el conductor se viera absolutamente obligado a abandonar el vehículo, lo hará con los pies juntos, lo mas alejado posible de la maquina. En algún caso puede ser necesario proteger la propia línea mediante apantallamientos. Tener en cuenta el riesgo por arco eléctrico de líneas que puedan cruzarse. En ningún caso el conductor tocará conducciones eléctricas, deberá solicitar se a la suministradora el corte de la corriente, de existir líneas que se crucen, deben bloquear o enclavar, poner a tierra y en cortocircuito.
21	El tubo de escape del camión tendrá colocada una rejilla antichispas en caso de trabajos en atmósferas potencialmente explosivas. Se cumplirá con las medidas preventivas indicadas en el correspondiente permiso de entrada de vehículo a planta según Repsol Petróleo y mediciones para la detección de gases en el recorrido y la zona de posición del vehículo. Conocer el Plan de Emergencia del lugar donde se trabaja. No fumar, ni encender mecheros ni utilizar teléfonos móviles durante el repostado de combustible, que se hará apoyando el surtidor en el deposito para que hagan contacto durante el repostaje. No abrir y cerrar las puertas del vehículo durante el repostaje.
22	El deposito de combustible será totalmente estanco. El vehículo estará dotado de extintor de polvo polivalente, que será revisado con carácter interno cada tres meses, al año revisión por empresa mantenedora y a los cinco años retimbrado, con carácter trimestral inspección interna.

EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO: CHOFER CAMIÓN-PLUMA

Empresa:
Actividad:

Dirección:
C.P.: **Localidad:** **Tfno:**

Fecha:
Rev.: 0

Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
24	Exp. agentes físicos	Ruido, vibraciones	X			X			Muy bajo	5	Maniobras con camión
28	Accidentes in itinere	Accidentes producidos al ir o volver del trabajo	X				X		Bajo	4	"
16	Contactos térmicos	Tubo de escape	X				X		Bajo	4	"
23	Atropello, golpe o choque contra vehículos	Camión –pluma		X			X		Medio	3	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
24	La cabina de mando estará protegida contra ruidos y vibraciones. Control médico ante posible problemas dorso-lumbares por la conducción.
28	Se cumplirá con lo establecido en el Código de Circulación vigente. Se evitará el consumo de productos que alteren la capacidad de conducción. Respetar el stop a la salida de la instalación.
16	No se manipulará cuando la maquina esté en funcionamiento o conserve calor residual.
23	Se cumplirá lo establecido en el código de circulación y en las condiciones particulares de seguridad vial de los distintos emplazamientos. No conducir bajo estado de embriaguez o efecto de sustancias (medicamentos, otros..) que alteren la capacidad de conducción. Llevar obligatoriamente triángulos y chalecos reflectantes homologados, juego de luces, extintor y linterna. Uso de cinturón de seguridad durante la conducción. De notar sueño parar inmediatamente y descansar. No utilizar teléfonos móviles durante la conducción que alteren la capacidad de conducir. Mantener la distancia de seguridad especialmente ante situaciones climatológicas adversas y moderar la velocidad. De colarse algún insecto parar hasta eliminarlo y nunca hacerlo conduciendo.
29 otro	Es obligatorio que el conductor cuando salga de la cabina, utilice los equipos de protección individual necesarios y obligatorios establecidos en el emplazamiento así como los recomendables por su puesto de trabajo.

	PP-06 COORDINACION DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES
REV. 1	***CERTIFICADO DEL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES EN MATERIA DE PRL***

Obra:	
Localidad y situación:	
Empresa contratista:	

En cumplimiento de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, del R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención y del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el representante legal de la empresa D. mediante el presente documento, CERTIFICA QUE:

- La organización de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades preventivas, se ha realizado con arreglo a la modalidad:
  - ☐ Designando a uno o varios trabajadores para llevarla a cabo.
  - ☐ Constituyendo un servicio de prevención propio.
  - ☐ Recurriendo a un servicio de prevención ajeno: _____.
- La prevención de riesgos laborales, se ha integrado en el sistema de gestión de la empresa, a través de la implantación y aplicación de un PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de prevención de riesgos, han sido la EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES y LA PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA.
- Todos los trabajadores que intervienen en la obra, han recibido los EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL adecuados para el desempeño de sus funciones, comprometiéndome a velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.
- Todos los trabajadores que intervienen en la obra, han recibido la INFORMACIÓN adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra. Dicha información, se ha llevado a cabo mediante la entrega comentada, de la parte del plan de seguridad y salud de la obra, correspondiente a los riesgos específicos que afectan a su puesto de trabajo o función y a las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.
- Todos los trabajadores que intervienen en la obra, han recibido la FORMACIÓN teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.
- Todos los trabajadores que intervienen en la obra, se han sometido al control periódico de la VIGILANCIA DE LA SALUD, en función de los riesgos inherentes a su puesto de trabajo. Resultando que dichos trabajadores, son aptos para el desempeño de sus funciones.

Y para que conste a los efectos oportunos.

En _____, a ____ de _____ de _____

	PM-01 ASPECTOS AMBIENTALES Y COMUNICACION
REV. 0	***CERTIFICADO DEL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES EMPRESARIALES EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE***

CERTIFICADO DEL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES EMPRESARIALES EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

Obra:	
Localidad y situación:	
Empresa contratista:	

El objeto de esta comunicación es establecer la sistemática para que los proveedores hagan una aplicación en sus trabajos conforme al Sistema de Gestión de la Calidad y el Medio Ambiente de PROENER. Este apartado es de aplicación a las subcontratas que realicen actividades que puedan generar aspectos medioambientales significativos.

- ***Buenas practicas a seguir por parte de proveedores y subcontratas:***

- En el caso de que proveedores y subcontratistas como consecuencia de sus trabajos genere algún tipo de residuo deberá comunicarlo al Jefe de Proyecto. El proveedor / subcontratista proporcionara al Jefe de Proyecto la información necesaria sobre la gestión de los mismos.

- El jefe de proyecto junto con el Responsable de Medio Ambiente, planificarán y dispondrán el almacenamiento y gestión de residuos, salvo que la subcontrata tenga un procedimiento de gestión propio, en ese caso deberá comunicarlo.

- Los proveedores y subcontratas deberán segregar los residuos, en función de su naturaleza y forma de gestión, de manera que permita separar tanto aquellos residuos que precisen un tratamiento o deposito especial, como los residuos recuperables y los exentos de peligrosidad. Como mínimo se realiza la siguiente segregación:
  - Residuos urbanos
  - Residuos inertes
  - Residuos peligrosos
- La empresa PROENER habilitará zonas concretas para el almacenamiento temporal de residuos hasta su entrega a gestor autorizado. Para la elección de zonas se tienen en cuenta criterios relativos a la prevención de incendios, protección de la salud de las personas y del medio natural, así como la facilidad de acceso y movimiento de los vehículos de transporte de residuos. Para los residuos peligrosos se sigue el sistema de identificación conforme al Real Decreto 833/88. el tiempo máximo de almacenamiento de residuos peligrosos es de seis meses.

- Los residuos generados por los Proveedores y Subcontratas serán almacenados en los lugares habilitados hasta su gestión definitiva o bien serán gestionados directamente por ellos a través de gestores autorizados acorde al cumplimiento de la legislación vigente, para lo cual deberán acreditar documentalmente dicha gestión.

- En ningún caso se verterá ningún tipo de sustancia o residuos a un cauce sin la previa autorización de la autoridad competente y el aviso al Departamento de Calidad y Medio Ambiente y Jefe de Proyecto.

- Se minimizará el consumo de agua, combustible y energia eléctrica, evitando perdidas e usos innecesarios en cada caso.

Los residuos generados en las obras procedentes del desarrollo de nuestra actividad serán segregados convenientemente evitando generar impacto medio ambiental.

Y para que conste a los efectos oportunos.

En _____, a ____ de _____ de _____

SELLO Y FIRMA EMPRESA CONTRATISTA

ACTA DE NOMBRAMIENTO DE RESPONSABLE SEGURIDAD

Empresa Contratista/Subcontratista:	
Obra:	
Localidad y situación:	

En cumplimiento del artículo 30 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y reunir los requisitos contenidos en esta, y los particulares contenidos en el Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares del Plan de Seguridad y Salud en esta obra, el representante legal de la empresa subcontratista, mediante el presente acta nombra para desarrollar las funciones de RESPONSABLE DE SEGURIDAD, como Trabajador Designado, a D._____ con D.N.I._____, domiciliado en_____, calle o plaza_____.

Dichas funciones a desarrollar por usted, en la forma posible, pueden ser las encomendadas al Delegado de Seguridad a que se refiere el Art. 36 de la Ley 31/1995, así como del Convenio sectorial vigente y a las propias del Centro de Trabajo.

Estas tareas las desempeñará tomando de referencia el Plan de Seguridad y Salud, que estará siempre en obra para consulta, de cuyo contenido me declaro conocedor. Así mismo, asume que en materia de Seguridad y Salud tendrá una dependencia jerárquica del Equipo de Seguridad y los Recursos Preventivos de . y el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de al obra.

En _____ , a _____de _____ de _____

Acepto el nombramiento Legal de

El Representante

_____

Fdo.: D_____
D._____

Fdo.:

ACTA DE NOMBRAMIENTO DE RECURSO PREVENTIVO

Empresa Contratista/ Subcontratista:	
Obra:	
Localidad y situación:	

En aplicación del Art. 32 bis y de la disposición adicional decimocuarta, de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, los recursos preventivos de la obra, serán designados mediante el acta de nombramiento adjunta. Como normas generales de actuación los recursos preventivos tendrá que:

· Vigilar el cumplimiento y hacer cumplir a todos los trabajadores de la obra, las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo, y comprobar la eficacia de las mismas.

· Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades siguientes:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

· Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

· Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

· Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

	PP-06 COORDINACION DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES
REV. 1	***ACTA DE NOMBRAMIENTO DE RECURSO PREVENTIVO*** 10/08/07

ACTA DE NOMBRAMIENTO DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS

Empresa Contratista/ Subcontratista:	
Obra:	
Localidad y situación:	

La empresa _____ mediante el presente acta, nombra como RECURSOS PREVENTIVOS para la obra reseñada a:

D. _____ con D.N.I. _____

Las funciones a desarrollar por los recursos preventivos, son las especificadas en la página anterior, y que dichos recursos preventivos conocen a la perfección, dado que se entregan y comentan con este acta.

Acepto el nombramiento

Fdo.: D_____

El Representante Legal de _____

Fdo.: D._____

En _____, a ___ de _____ de ____