Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO.

PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED "CALERA" E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

CABANILLAS DE LA SIERRA (MADRID)

ABRIL 2022

X: 446911.2093
Y: 4518269.3482
Huso:30

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
0	**Emisión inicial**	**04/04/22**	**A.C.M.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

LISTADO DE DOCUMENTOS

- **MEMORIA DESCRIPTIVA**

- **ANEXOS**
  - **ANEXO I. SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN**
  - **ANEXO II. CÁLCULOS SECCIÓN DE CONDUCTORES CC Y CA**
  - **ANEXO III. PUESTA A TIERRA**
  - **ANEXO IV. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT)**
  - **ANEXO V. CENTRO PROTECCIÓN (CPMC)**
  - **ANEXO VI. CENTRO DE SECCIONAMIENTO**
  - **ANEXO VII. LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN INTERNAS**
  - **ANEXO VIII. LÍNEAS DE EVACUACIÓN E INTERCONEXIÓN**
  - **ANEXO IX. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**
  - **ANEXO X. SISTEMA DE VIGILANCIA**
  - **ANEXO XI. MONITORIZACIÓN Y CONTROL**
  - **ANEXO XII. RBDA**
  - **ANEXO XIII. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA**
  - **ANEXO XIV. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS**
  - **ANEXO XV. PLAN DE EJECUCIÓN**
- **PLANOS**

- **PLIEGO DE CONDICIONES**

- **PRESUPUESTO**

- **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXION

CABANILLAS DE LA SIERRA
MADRID

ABRIL 2022

BICURA INVESTMENTS, SL

nexer

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
0	**Emisión inicial**	**04/04/22**	**A.C.M.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 PETICIONARIO Y TITULAR 9

2 ANTECEDENTES 9

3 OBJETO Y ALCANCE 10

4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 11

5 EMPRESA REDACTORA DEL PROYECTO. 13

6 NORMATIVA LEGAL. 14

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 14
SISTEMA ELÉCTRICO 15
CABLE ELÉCTRICO 15
DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS BAJA TENSIÓN 16
DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS ALTA TENSIÓN 16
MEDIDA DE ENERGÍA 16
TRANSFORMADORES 16
CONECTORES 17
INVERSORES 17
SISTEMA DE CONTROL, COMUNICACIONES Y MONITORIZACIÓN 17
ESTRUCTURA 18
MONITORIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA CENTRAL 18
PROTECCIONES 18
SISTEMAS DE CALIDAD Y MEDIOAMBIENTAL 18
CÓDIGOS ELÉCTRICOS 20
CONSTRUCCIÓN Y OBRAS CIVILES 20
SEGURIDAD Y SALUD 21
NORMAS PARTICULARES DE LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA. 21
OTRAS NORMATIVAS 21

7 RESUMEN EJECUTIVO 22

8 EMPLAZAMIENTO. 23

8.1 UBICACIÓN 23
8.2 COORDENADAS 25
8.3 ACCESOS 27

9 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA) 28

10 SERVIDUMBRES 29

11 JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA 30

12 VIDA ÚTIL. 31

13 ORGANISMOS AFECTADOS. 32

14 EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR Y ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA 33

15 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN. 35

15.1 CONFIGURACIÓN Y POTENCIA 37

16 INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 38

17 SOMBRAS Y DISTANCIA ENTRE MÓDULOS 40

18 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR 41

18.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 41
18.2 INVERSOR 46
18.2.1 GENERALIDADES. 46
18.2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. 50
18.2.3 CERTIFICADO DEL FABRICANTE SOBRE LA POTENCIA DEL INVERSOR. 51
18.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE. 52
18.3.1 ESTRUCTURA. 52
18.3.2 MONTAJE ESTRUCTURA 54

19 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN 55

19.1 CABLEADO 55
19.1.1 CABLEADO DC. 56
19.1.2 CABLEADO AC 58
19.2 PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN 58
19.2.1 STRING COMBINER BOX. 60
19.2.2 CUADRO DE ALTERNA. 61
19.2.3 AISLAMIENTO GALVÁNICO 62
19.2.4 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA 62
19.2.5 VARIACIONES DE TENSIÓN Y FRECUENCIA EN LA RED 62
19.2.6 MÍNIMA Y MÁXIMA TENSIÓN 62
19.2.7 MÍNIMA Y MÁXIMA FRECUENCIA 62
19.2.8 CONTRA FUNCIONAMIENTO EN ISLA 62
19.3 SISTEMA DC/AC. 63
19.4 SERVICIOS AUXILIARES 65
19.5 RED DE PUESTA A TIERRA 66
19.6 CANALIZACIONES 68

20 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN. 69

20.1 LÍNEAS INTERNAS DE MEDIA TENSIÓN 69
20.2 CABLEADO. 70
20.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT). 71
20.3.1 EQUIPAMIENTO. 72
20.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT). 73
20.3.3 TRANSFORMADOR. 74
20.4 CENTRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL 75
20.4.1 PROTECCIONES 77
20.5 CENTRO DE SECCIONAMIENTO 78
20.6 MEDIDA. 80
20.7 LÍNEA DE EVACUACIÓN E INTERCONEXIÓN 83

21 PUNTO DE CONEXIÓN A RED. 85

22 OBRA CIVIL 90

22.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO 90
22.2 ACCESOS Y VIALES INTERNOS 90
22.3 ZANJAS PARA CABLES 91
22.4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT) (CIMENTACIÓN) 92
22.5 VALLADO PERIMETRAL 93

23 AFECCIONES. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 94

24 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN. 98

24.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA. 98
24.1.2 INFRAESTRUCTURAS DE COMUNICACIONES. 99
24.1.3 SISTEMA SCADA. 100

25 SISTEMA DE SEGURIDAD. 101

26 ESTACIÓN METEOROLÓGICA. 102

27 OPERACIÓN DE LA PLANTA 103

28 MANTENIMIENTO 104

28.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO 104
28.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO 107

29 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 109

30 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 111

31 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO 112

32 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 113

33 PRESUPUESTO DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS 114

34 PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 115

35 CONCLUSIONES. 116

1 PETICIONARIO Y TITULAR

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

Nombre de la Sociedad: **BICURA INVESTMENTS, SL**
CIF: **B-88445416**
Domicilio social: **Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid**

2 ANTECEDENTES

La compañía BICURA INVESTMENTS, SL está interesada en la promoción de un parque solar fotovoltaico en las inmediaciones del municipio de Cabanillas de la Sierra y de su consecuente infraestructura eléctrica de interconexión a la red de distribución. BICURA INVESTMENTS, SL. ha obtenido la concesión de un punto de conexión a la red de distribución de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. para una Planta Solar fotovoltaica de 4,911 MWn

i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. concede según referencia EXP-28-9040363243 con fecha 01/10/2021, el acceso y conexión de la planta fotovoltaica con una potencia concedida de 4.999 kW a través de línea 4 - LA CABRERA de 20 kV de la STR CABANILLAS (20 kV), en el tramo de línea comprendido entre STR Cabanillas y secc. M.10963.

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.

3 OBJETO Y ALCANCE

El presente documento se redacta con la finalidad de obtener para obtener la necesaria autorización administrativa previa y de construcción y aprobación de proyecto, así como la posterior Licencia de Obras y Licencia de Actividad. 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.

4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objeto la generación o producción de energía eléctrica para, a partir de su conexión a la red de distribución, posibilitar su comercialización en el mercado mayorista.

La inyección de la electricidad generada con una instalación solar fotovoltaica a la red eléctrica, entraña un beneficio económico para el propietario de la planta y a la vez, un beneficio medioambiental para la población, al colaborar en la generación eléctrica con energías renovables no contaminantes.

La energía solar fotovoltaica es una de las fuentes de energía renovable más extendidas actualmente, con una tecnología que, si bien ya ha sido consolidada con miles de GW de potencia instalada en todo el mundo, sigue siendo objeto de innovación y mejoras continuas.

Como fuente de energía renovable, las instalaciones de producción de energía fotovoltaica contribuyen de manera activa a alcanzar diversos objetivos a distintos niveles.

En el ámbito global, favorecen la consecución varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) marcados por las Naciones Unidas. Los ODS están conformados por 17 objetivos y 169 metas propuestos para mejorar en diferentes aspectos globales como son el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible, la paz y la justicia, entre otras prioridades. En concreto, las energías renovables, como la solar fotovoltaica, quedarían enmarcadas dentro de los siguientes ODS:

- Nº7 Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos.
- Nº9 Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.
- Nº12 Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.
- Nº13 Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

En sintonía con estos ODS, la Unión Europea tiene sus propios objetivos y metas políticas para toda la UE en materia de clima y energía para la presente década. Los objetivos clave para 2030 son:

- Al menos un 40% de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990.
- Al menos un 32% de cuota de energías renovables.
- Al menos un 32,5% de mejora de la eficiencia energética.

Este marco fue adoptado por el Consejo Europeo en octubre de 2014 y revisado al alza en 2018, y está contemplado revisar al alza el objetivo del 32% de cuota de energías renovables a más tardar en 2023.

Los Estados miembros tienen la obligación de adoptar planes nacionales integrados de energía y clima para el período 2021-2030. En el caso español, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, define los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética. Determina las líneas de actuación y la senda que, según los modelos utilizados, es la más adecuada y eficiente, maximizando las oportunidades y beneficios para la economía, el empleo, la salud y el medio ambiente; minimizando los costes y respetando las necesidades de adecuación a los sectores más intensivos en CO2.

Los objetivos marcados por el PNIEC son los siguientes:

- 21% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de renovables sobre el consumo total de energía final, para toda la UE.
- 39,6% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% renovable en la generación eléctrica.

Para el año 2050 el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones de GEI y en coherencia con la Estrategia Europea. Además de alcanzar un sistema eléctrico 100% renovable en 2050.

Siguiendo con las políticas marcadas por la Unión Europea de diversificación energética y reducción de emisiones, las diferentes administraciones autonómicas han apostado con seguridad por la instalación de energía solar en su territorio, de acuerdo con unos criterios de sostenibilidad ambiental, desarrollo económico y marco legislativo adecuado.

Se adjunta como Anexo al proyecto, la documentación en la que la compañía distribuidora concede el punto de conexión para la potencia de la planta fotovoltaica que en este proyecto se describe.

5 EMPRESA REDACTORA DEL PROYECTO.

La empresa responsable de la redacción del presente proyecto es:

RENERIX SOLAR, SL
B13635107
Malagón, 10
13005 Ciudad Real

El autor del proyecto es D. Antonio Moreno Sanchez, colegiado nº 1.327, del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real.

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.

Módulos fotovoltaicos

- IEC 61215 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- IEC 60891 Dispositivos fotovoltaicos. Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos.
- IEC 60904 Dispositivos fotovoltaicos:
  - Parte 1: Medida de la característica corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos;
  - Parte 2: Requisitos de dispositivos solares de referencia;
  - Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiación espectral de referencia;
  - Parte 4: Dispositivos solares de referencia. Procedimientos para establecer la trazabilidad de calibración;
  - Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la célula (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto.
  - Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia.
  - Parte 7: Cálculo de la corrección por desacople espectral para medidas de dispositivos fotovoltaicos.
  - Parte 8: Medida de la respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico (FV).
  - Parte 9: Requisitos de funcionamiento para simuladores solares.
  - Parte 10: Métodos de medida de la linealidad.
- IEC 61829 Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- IEC 61277, Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- IEC 61345, Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV)
- IEC 61730, Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV):
- Parte 1: Requisitos de construcción.
- Parte 2: Requisitos para ensayos.
- IEC 61701, Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- IEC 62716, Módulos fotovoltaicos (FV). Ensayo de corrosión por amoníaco.
- IEC 61727: Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- IEC 62548: Paneles fotovoltaicos (FV) – Requisitos de diseño
- EN50521: Conectores para sistemas fotovoltaicos
- IEC 60068 Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo L: Polvo y arena.
- IEC 60364-4-41 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.

- IEC 62804: 2014 - Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción.

Sistema eléctrico

- IEEE 1547 Estándar para la Interconexión de Recursos Distribuidos con Sistemas de Energía Eléctrica.
- IEEE C 37.2 Números de función, acrónimos y designaciones de contactos del dispositivo del sistema de energía eléctrica
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- IEC 61936-1:2012 Instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna
- IEC 62446, Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- IEC 62305-2 y IEC 62350-3 Estándar para la protección contra descargas atmosféricas.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito.

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 30 kV
- IEC 60840 Cables de alimentación con aislamiento extruido y sus accesorios de 30 kV 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
- IEC 62790 Cajas de conexión para módulos fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.

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

- 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.

Conectores

- IEC 60309 Tomas de corriente para usos industriales. Parte 1: Requisitos generales.
- IEC 62852 Conectores para aplicaciones de corriente continua en sistemas fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.

Inversores

- IEC 62109: Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos.
- IEC 62116: Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- IEC 61683 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62093, Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. 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 61727 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- IEC/EN 62109 Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos
- 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 fotovoltaicos.

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.
- IEC/EN 61724 Monitorización de sistemas fotovoltaicos - Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis

Estructura

- UNE-EN 10025 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras
- ISO 1461:2009 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- ISO 14713 Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de cinc.

Monitorización del rendimiento de la Central

- IEC 61724, Monitoreo de sistemas fotovoltaicos - Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis
- IEC 61683, Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- ISO 9847- BS 7621, Energía solar - calibración de piranómetros de campo por comparación con un piranómetro de referencia
- ISO 9060, Energía solar - especificación y clasificación de los instrumentos para medir la radiación solar directa y solar semiesférica
- ISO/TR 9901, Piranómetros de campo-recomendación para el uso práctico
- IEC 61725, Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- IEC 60904 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de dispositivos solares de referencia.

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
- Normas y certificaciones requeridas para las instalaciones de fabricación de los módulos fotovoltaicos
    - ISO 9001:2015 - Quality management systems – Requirements.
    - ISO 14001:2015 - Environmental management systems – Requirements.
    - BS OHSAS 18001 - Occupational Health and Safety Management.
    - IEC 62759-1 - Photovoltaic (PV) modules - Transportation testing - Part 1: Transportation and shipping of module package units.
    - [IEC TS 62941:2016 - Guideline for increased confidence in PV module design qualification and type approval.]
- Normas y certificaciones requeridas para las inspecciones y pruebas de control de calidad y control de calidad de los módulos fotovoltaicos
    - IEC 60891. Procedures for temperature and irradiance correctives to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices.
    - IEC 60904-1, Photovoltaic devices. Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
    - IEC 60904-2, Photovoltaic devices. Part 2: Requirements for reference solar cells.
    - IEC 60904-3, Photovoltaic devices. Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data.
    - IEC 60904-4, Photovoltaic devices - Part 4: Reference solar devices - Procedures for establishing calibration traceability.
    - IEC 60904-5, Photovoltaic devices - Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method.
    - IEC 60904-6, Photovoltaic devices - Part 6: Requirements references solar modules.
    - IEC 60904-7, Photovoltaic devices - Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device.
    - IEC 60904-8, Photovoltaic devices - Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device.
    - IEC 60904–9 - Solar simulator performance requirements.
    - IEC 60904-10, Photovoltaic devices - Part 10: Methods of linearity measurement.
    - ISTA (International Safe Transit Association)
    - ISO 2859-1: 1999 - Sampling procedures for inspection by attributes.
    - ISO/IEC 17025: 2005. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
    - UL 1703.

Códigos eléctricos

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002) e instrucciones técnicas complementarias
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (RD 337/2014)
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (RD 223/2008).
- Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (RD 1110/2007).
- Procedimientos de operación de REE
- Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica, UNE 211435:2007
- IEC 60502 y UNE 21.123/1.

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.

- 3.1-IC Instrucción de carreteras. Trazado.
- 5.2-IC Instrucción de carreteras. Drenaje superficial.
- 6.1-IC Instrucción de carreteras. Secciones de firme.
- 8.1-IC Instrucción de carreteras. Señalización vertical.
- 8.2-IC Instrucción de carreteras. Marcas viales.
- PG-3 Pliego de prescripciones generales técnicas para obras de carreteras y puentes.

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 3275/1982)

Normas particulares de la Compañía Distribuidora.

- MT 3.53.01. Condiciones Técnicas De Instalaciones De Producción Eléctrica Conectadas a la Red de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes
- 3.53.02 Sistema de Protección de Línea en Instalaciones de Generación conectadas a la Red de Distribución de Iberdrola
- MT 2.80.14. Guía para instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (hasta 132 kV)
- MT 2.11.20. Proyecto tipo para centro de seccionamiento para conexión de instalaciones particulares
- MT 2.31.01. Proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV.
- MT 2.03.20 Especificaciones Particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión

Otras Normativas

- 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.
- Condiciones y Ordenanzas Municipales impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.

7 RESUMEN EJECUTIVO

El Parque Solar fotovoltaico tendrá una **Potencia Instalada de 4.998 kW,** conforme a lo establecido en Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica que modifica el art. 3 del R.D. 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, la potencia instalada aplicable en el caso de instalaciones de tecnología fotovoltaica es la menor entre la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran la instalación y la potencia máxima del inversor, o inversores, que configuren la instalación. Y una **potencia pico de 6060,96 kW.** La capacidad máxima (MW) estimativa como valor correspondiente a la potencia con la que se valora la capacidad de acceso y que se corresponde con el máximo valor de potencia activa producible por la instalación de acuerdo a la definición del Reglamento (UE) 631/2016 es de **4,911 MW.**

La siguiente tabla recoge los datos principales de la Planta solar:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
Provincia	Madrid
Longitud (X)	446911.2093 m E
Latitud (Y)	4518269.3482 m N
Huso	30
RESUMEN PLANTA FV	
Tipo de Instalación de generación de electricidad	b.1.1
Tecnología	Solar Fotovoltaica
Capacidad de Acceso Concedida	4.999 kW
Potencia Pico Total (DC) (paneles)	6060,96 kWp
Potencia Nominal (AC) (inversores)	4.998 kW
No. total de paneles	9.936 ud
No. total de strings en paralelo	414 ud
No. Paneles en serie por string	24 ud
EQUIPOS PRINCIPALES	
Módulo Fotovoltaico	
Modelo	JA SOLAR JAM78D30 610/TB
Potencia	610 W
Inversor	
Modelo	INGETEAM 1675TL B645
Potencia	1.666 kW
Estructura	
Tipo	fija biboste
Configuración	2Vx24

8 EMPLAZAMIENTO.

8.1 UBICACIÓN

La instalación se encuentra encuadrada en una parcela perteneciente al Término Municipal de Cabanillas de la Sierra, provincia de Madrid (España).

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

X:446911.2093
Y:4518269.3482
Huso: 30

Las instalaciones proyectadas se ubicarán en el polígono y parcelas del término municipal de Cabanillas de la Sierra (Madrid), con las siguientes referencias catastrales:

Referencia Catastral	POL	PARCELA	SUPERFICIE (m^2)
28029A00600035	6	35	32.637
28029A00600037	6	37	4.110
28029A00600038	6	38	5.700
28029A00600039	6	39	2.456
28029A00600070	6	70	2.936
28029A00600071	6	71	3.906
28029A00600091	6	91	2.186
28029A00600149	6	149	2.178
28029A00600150	6	150	15.266
28029A00600151	6	151	13.081
Total Superficie Catastral			84.456

La superficie total de las parcelas es de 8,45Ha. El total de la **superficie ocupada por la central solar fotovoltaica (perímetro del vallado) es de 8,043 Ha**

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 y la generación de sombras sobre el campo fotovoltaico.

- La superficie de la parcela debe permitir la instalación de la potencia prevista, optimizando la distribución de los módulos fotovoltaicos y los elementos de la instalación.
- El impacto visual, se intenta que sea el menor posible.

8.2 COORDENADAS

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

VALLADO PERIMETRAL:

PTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
P1	447147.43	4518308.45
P2	447147.54	4518401.92
P3	447144.26	4518412.71
P4	447089.66	4518472.90
P5	447070.15	4518496.19
P6	447050.47	4518521.32
P7	447046.06	4518519.47
P8	447041.04	4518517.37
P9	447037.36	4518515.83
P10	447034.93	4518508.88
P11	447027.27	4518511.10
P12	447020.43	4518498.22
P13	446983.36	4518459.79
P14	446952.81	4518422.11
P15	446944.70	4518415.91
P16	446933.82	4518411.15
P17	446918.56	4518405.84
P18	446906.19	4518399.83
P19	446899.23	4518392.92
P20	446904.76	4518378.71
P21	446958.74	4518240.19
P22	446981.51	4518251.00
P23	447023.06	4518268.65
P24	447022.49	4518321.59
P25	447028.28	4518321.03
P26	447032.05	4518319.36
P27	447034.59	4518316.88
P28	447036.55	4518313.84
P29	447038.09	4518310.39
P30	447039.24	4518306.68
P31	447040.03	4518302.75
P32	447040.54	4518298.92
P33	447043.79	4518267.15
P34	447045.38	4518239.15
P35	447136.56	4518237.42
P36	447136.56	4518247.40
P37	447140.22	4518261.09
P38	447142.33	4518268.97
P39	447146.58	4518281.27
P40	447147.74	4518303.78

PTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
P41	446884.49	4518362.41
P42	446882.68	4518360.44
P43	446876.47	4518355.77
P44	446866.97	4518350.17
P45	446852.61	4518343.07
P46	446839.30	4518337.38
P47	446826.96	4518333.40
P48	446815.66	4518330.60
P49	446801.39	4518326.48
P50	446799.66	4518302.81
P51	446802.63	4518255.86
P52	446802.29	4518246.37
P53	446799.37	4518231.26
P54	446784.05	4518183.48
P55	446781.79	4518157.13
P56	446776.31	4518135.45
P57	446764.81	4518075.54
P58	446761.58	4518062.47
P59	446757.28	4518048.60
P60	446725.20	4518072.02
P61	446701.00	4518028.12
P62	446735.16	4518000.06
P63	446726.05	4517967.88
P64	446726.19	4517963.00
P65	446767.46	4517971.38
P66	446772.63	4517995.42
P67	446782.30	4518013.03
P68	446792.92	4518029.43
P69	446806.07	4518046.93
P70	446820.49	4518060.49
P71	446850.48	4518090.03
P72	446853.24	4518121.77
P73	446854.24	4518129.19
P74	446890.47	4518196.25
P75	446892.55	4518200.19
P76	446894.62	4518202.91
P77	446913.07	4518218.84
P78	446921.31	4518237.82
P79	446922.34	4518268.55

Huso 30

LÍNEA DE EVACUACIÓN (CPMC-CENTRO DE SECCIONAMIENTO):

PTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
L1	447035,945	4518516,15
L2	447037,096	4518518,14
L3	447045,759	4518527,29
L4	447075,763	4518572,2
L5	447109,28	4518598,91
L6	447070,686	4518728,56
L7	447054,29	4518775,37
L8	447045,35	4518837,12
L9	447042,895	4518933,95
L10	447047,652	4518977,93
L11	447053,262	4519006,92
L12	447040,231	4519016,86

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN:

CT1.: X: 447046.0314 Y: 4518331.8024

CT2: X: 446925.5771 Y: 4518400.0338

CT3: X: 446862.0256 Y: 4518165.5570

CENTRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL:

C1: X = 447034.33 Y = 4518511.53

Huso 30

CENTRO DE SECCIONAMIENTO:

S1: X = 447011.02 Y = 4519028.49

Huso 30

ALMACÉN:

A1: X = 447037.5398 Y = 4518493.1526

Huso 30

8.3 ACCESOS

El acceso principal a la planta se realizará a través de un camino público existente, con referencia catastral 28029A00609009, que conecta con la carretera **nacional N-I en el punto kilométrico 52+900,** aproximadamente.



Los bienes afectados por el acceso se encuentran reflejados en el apartado Relación de Bienes y Derechos Afectados.

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 XII RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA).*

10 SERVIDUMBRES

A continuación, se indican las servidumbres necesarias para la construcción y operación de la planta fotovoltaica, detalladas gráficamente en el plano *1040-G-DRW-00-SERVIDUMBRES*.

Servidumbre de paso subterráneo para Línea Subterránea de evacuación.
Esta servidumbre ocupará una franja de 3 metros de ancho a lo largo del trazado soterrado de la línea eléctrica de evacuación, que une el Centro de Protección con el Centro de Seccionamiento. Esta servidumbre transcurre por las parcelas y con las longitudes descritas en la RBDA.

Servidumbre de vuelo para Línea Aérea de evacuación.
Esta servidumbre ocupará una franja definida en los planos de la línea aérea eléctrica a lo largo del trazado aéreo de la línea eléctrica de evacuación, que une el Centro de Protección con el Centro de Seccionamiento. Esta servidumbre transcurre por las parcelas y con las longitudes descritas en la RBDA.

Servidumbre de paso subterráneo para Línea Subterránea de interconexión.
Esta servidumbre ocupará una franja de 3 metros de ancho a lo largo del trazado de la línea eléctrica de interconexión, que une el centro de seccionamiento con el punto de conexión, ubicado en el tramo de línea comprendido entre STR Cabanillas y secc. M.10963.Esta servidumbre transcurre por las parcelas y con las longitudes descritas en la RBDA.

Servidumbre de paso para Centro de Seccionamiento.
Esta servidumbre establece el libre acceso al Centro de seccionamiento y al Centros de Transformación desde el camino de acceso hasta su ubicación. La ubicación exacta del Centro de seccionamiento se encuentra en los planos anexos a este proyecto.

11 JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

La justificación urbanística de este proyecto se encuentra descrita en el *ANEXO XIII. JUSTIFICACION URBANISTICA*

12 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 durante otros 10 ó 15 años más.

Respecto a la eficiencia de una Planta Solar Fotovoltaica, hay que destacar que se produce un aumento de las pérdidas de año en año, por lo que al final de la vida útil de la planta el rendimiento puede verse reducido en un 20-25%.

Por ello en los estudios económicos de este tipo de plantas se aplica un coeficiente de pérdida de productividad anual, el cual será más alto conforme avanza los años de operación de la planta. Esta pérdida de productividad no es lineal.

13 ORGANISMOS AFECTADOS.

La Planta proyectada afectará al menos a las siguientes administraciones o entes públicos o privados:

- Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid
- Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid
- Ayuntamiento de Cabanillas de la Sierra.
- Dirección General de Carreteras e infraestructuras Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Confederacion Hidrográfica del Tajo
- i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. por la conexión de la Planta a la red de distribución y cruce en línea existente por la parcela del proyecto.
- Dirección General de Patrimonio Cultural Consejería de Cultura y Turismo Comunidad de Madrid

14 EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR Y ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA

Para la evaluación del recurso solar en el emplazamiento se han utilizado los datos obtenidos de la base meteorológica SOLARGIS, completa referencia meteorológica, ampliamente utilizada en el diseño de aplicaciones energéticas y que incorpora un catálogo de datos meteorológicos y procedimientos de cálculo para aplicaciones solares basado en más de 25 años de experiencia.

A continuación, se presentan los valores de radiación/climatológicos mensuales, utilizados para el cálculo de las prestaciones de la instalación:

METEOROLOGÍA Y ENERGÍA INCIDENTE						
Mes	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	DifSInc	Alb_Inc
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
Enero	62	24	2,1	98,3	29,4	0,59
Febrero	86	30	3,3	121,9	35,11	0,819
Marzo	134	46	6,2	167,8	50,91	1,276
Abril	163	59	8,2	180	62,84	1,552
Mayo	195	72	13,4	196,3	72,76	1,855
Junio	223	69	19,1	216,9	69,18	2,114
Julio	240	61	22,7	236,9	62,19	2,281
Agosto	207	60	22	219,4	62,86	1,971
Septiembre	150	51	16,6	177	54,74	1,429
Octubre	104	39	11,2	141,6	44,7	0,99
Noviembre	67	26	6,2	103,7	31,4	0,638
Diciembre	55	21	3,3	92,3	26,27	0,523
Año	**1686**	**558**	**11,24**	**1952,1**	**602,36**	**16,038**

GlobHor. Radiación Global Horizontal
DiffHor. Radiación Difusa Horizontal
T_Amb. Temperatura Ambiente
GlobInc. Radiación Global en el plano inclinado de los paneles
DifSInc. Radiación Difusa en el plano inclinado de los paneles
Alb_Inc. Albedo en el plano inclinado

A continuación, se presenta la estimación de la producción de energía anual vertida a la red eléctrica para la planta solar fotovoltaica. La simulación ha sido realizada con el programa PVSYST. La potencia pico instalada de la instalación es de 6,06096 MWp (4.998 kWac).

Produccion del Sistema				
Mes	EArray	EOutInv	E_Grid	PR
	MWh	MWh	MWh	
Enero	481	473	464	0,779
Febrero	658	646	635	0,86
Marzo	906	891	876	0,861
Abril	969	953	938	0,859
Mayo	1031	1014	998	0,839
Junio	1123	1105	1088	0,827
Julio	1204	1185	1167	0,812
Agosto	1125	1107	1090	0,819
Septiembre	923	908	894	0,833
Octubre	755	743	731	0,852
Noviembre	516	507	498	0,792
Diciembre	410	403	395	0,707
Año	**10101**	**9934**	**9773**	**0,826**

EArray. Energia Efectiva en la salida del conjunto FV
EOutInv Energia Disponible en la salide del Inversor
E_Grid. Energia Inyectada en la red
PR. Indice de rendimiento

Los principales parámetros de la instalación son:

- Radiación Global Incidente anual 1.686 kWh/m2
- Energía eléctrica vertida a la red eléctrica: 9.773 MWh/año
- Producción Especifica anual: 1.612 kWh/kWp
- Performance ratio (media anual): 82,6%

En el Anexo I de la presente memoria *ANEXO I. SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN* se encuentra la simulación completa de producción.

15 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

Los datos identificativos generales de la instalación se recogen en las siguientes tablas.

DATOS GENERALES DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	
Tipo de Instalación de generación de electricidad	b.1.1
Tecnología	Solar Fotovoltaica
Potencia de Acceso	4.999 kW
Potencia Nominal (AC) (inversores)	4.998 kW
Potencia Pico Total (DC) (paneles)	6060,96 kWp
Potencia del panel solar	610 W
No. Total de paneles	9.936 ud
Inversores Totales	3 ud
Inversor. Potencia unitaria	1.666 kW
No. Paneles en serie por string	24 ud
No. Total de strings en paralelo	414 ud
No. Total de transformadores	3 ud
Potencia Transformador	1.800 kVA
Potencia contratada prevista para los servicios auxiliares.	10 kW

Parámetro	Valor de Diseño
Superficie afectada por la instalación	9,68 Ha.
Seguimiento	fija biboste
Orientación. Inclinación	25°
Orientación. Acimut	0º
Número de paneles por mesar	48
Separación entre filas de mesas a ejes(m)	4,11 m

La instalación objeto del presente proyecto convertirá la energía proveniente del sol en energía eléctrica alterna trifásica a 645V, que a través de un Centros de Transformación elevará el nivel de tension a 20kV y, posteriormente se inyectará a la red de distribución de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U..

La energía de origen renovable, en este caso mediante la captación de la radiación solar (energía solar fotovoltaica) durante las horas diurnas, se convierte en energía eléctrica en su formato de

corriente continua a través de una serie de paneles solares dispuestos en número apropiado en series. Estas series se agrupan formando paralelos que se conectan al equipo inversor, encargado de convertir la corriente continua generada en corriente alterna de la misma calidad (tensión, frecuencia, …) que la que circula por la red eléctrica comercial para posteriormente inyectar la energía a la red de distribución en baja tensión.

Otras funciones que realiza el inversor 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 a la compañía eléctrica de acuerdo con el contrato de compra-venta previamente establecido con ésta.

La instalación poseerá un conjunto de protecciones de interconexión (como puede ser un interruptor automático con protección diferencial de interconexión con la red) que permitirá en cualquier momento separar y aislar la instalación fotovoltaica de la red de transporte, evitando el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos de consumo de la planta como para las personas que puedan operar en la línea, sean usuarios o, eventualmente, operarios de mantenimiento de la misma. Esta forma de generación implica que solo hay producción durante las horas de sol, no existiendo elementos de acumulación de energía eléctrica (baterías).

Se efectuará la instalación de modo que se asegure un grado de aislamiento eléctrico mínimo de tipo básico clase I en lo que afecta a equipos tales como módulos 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.

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.

Cada instalación fotovoltaica estará constituida, básicamente, siguientes elementos:

- Estructuras de soporte.
- Generador fotovoltaico.
- Inversor.
- Sistema DC/AC.
- Protecciones.
- Medida.
- Puesta a tierra.
- Conexión a red.
- Sistemas auxiliares.
- Sistema de monitorización y acceso web.
- Sistema de seguridad perimetral.

15.1 CONFIGURACIÓN Y POTENCIA

El Parque Solar fotovoltaico tendrá una **potencia pico de 6.060,960 KW** y una **potencia nominal de 4.998 KW**, estará formado por 3 Centros de Transformación de 1637 kVA con un total de 3 inversores de 1.666 kW cada uno. En estos centros de Transformación dispondrán de la aparamenta eléctrica y equipos de protección necesarios, denominando al centro como **Centro de Transformación (CT)**

El generador fotovoltaico completo estará constituido por un total de 9.936 módulos fotovoltaicos de la marca JA SOLAR JAM78D30 610/TB, con potencia pico total de 6.060,960 kWp. Los inversores y la configuración seleccionada, permitirá la conexión de 138,134 o 142 series de 24 paneles cada una, por cada uno de los 3 inversores, suministrando una potencia total eléctrica de 4.998 kWn.

Los Centros de Transformación (CT) se conectará con una única línea en Media tensión al Centro de Proteccion, Medida y Control (CPMC). La configuración final prevista es la siguiente:

TS	TRAFO Power (kVA)	INV	Ud Inv	Nominal Power Inverter (kVA)	Ud SCB	String / SCB	String / Inv	Panel / serie	Panels	Power Panel (W)	Total Peak Pico (W)	Total Peak Pico (kW)
TS1	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	16	138	24	384	610	234.240	2020,32
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	14		24	336	610	204.960	
					1	14		24	336	610	204.960	
					1	14		24	336	610	204.960	
TS2	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	14	134	24	336	610	204.960	1961,76
					1	14		24	336	610	204.960	
					1	14		24	336	610	204.960	
					1	14		24	336	610	204.960	
					1	14		24	336	610	204.960	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
TS3	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	16	142	24	384	610	234.240	2078,88
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	16		24	384	610	234.240	
					1	14		24	336	610	204.960	
3	**5400**		**3**	**4998**	**27**	**414**	**414**		**9936**		**6.060.960**	**6.060,96**

CT: Centros de Transformación.
INV: Inversor fotovoltaico DC/AC
SCB: Cuadro de combinación de strings(ramas) en DC

16 INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La inclinación del panel viene dada en función del emplazamiento, latitud del lugar, y demanda de energía prevista.

Para calcular las pérdidas que se producen debido a desviaciones de orientación y/o inclinación de los módulos fotovoltaicos, se va a tomar como guía el anexo II del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red que proporciona IDAE en donde, además, se marcan los umbrales límite de estas pérdidas como se verá más adelante.

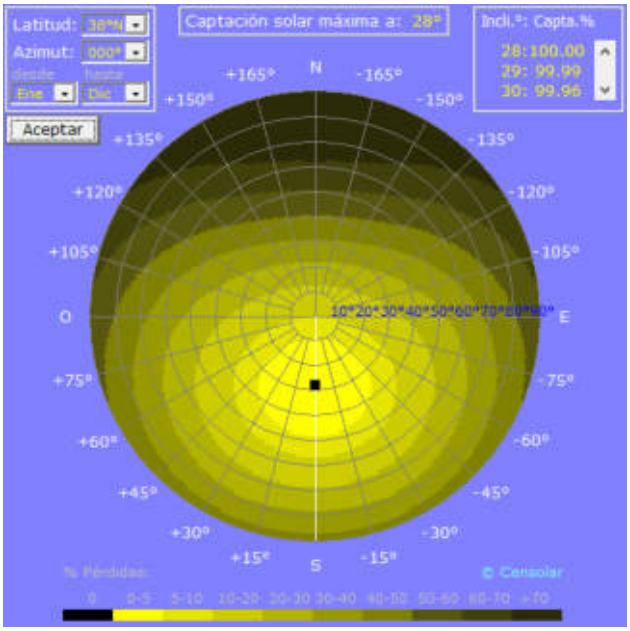
En él, estas pérdidas se obtienen mediante un parámetro que se llama factor de irradiación. Para obtener este parámetro, se emplea el procedimiento gráfico establecido en el Pliego de Condiciones.

La zona de estudio tiene las siguientes coordenadas ETRS89/UTM:

- X: 446911.2093
- Y:4518269.3482
- Huso:30

La instalación está totalmente orientada al Sur (azimut = 0º) y con una inclinación de 25° respecto a la horizontal.

A partir de estos datos, se comprueban las pérdidas relativas a inclinación y orientación



Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calculan los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT.

Teniendo como resultado que la captación para los 12 meses del año con una inclinación de 25° es del 99,96%, por lo que se determina la inclinación de la estructura a 25° respecto de la horizontal.

17 SOMBRAS Y DISTANCIA ENTRE MÓDULOS

Las estructuras están dispuestas directamente sobre el terreno. No se encuentran edificios ni cualquier otro obstáculo de altura superior que pudiera generar sombras sobre la superficie de los módulos.

La planta está orientada con azimut de 0º. Se estudia el posible sombreamiento ocasionado por módulos de filas anteriores mediante procedimiento de cálculo de sombras basado en los softwares Helios3D y PVsyst. Con el primero se genera la implantación de las estructuras en 3D sobre terreno real, obtenido de un estudio topográfico. Esto nos hace obtener las alturas reales de cada mesa de las estructuras en función del terreno existente. Con el segundo software realizamos las simulaciones de sombras y producción utilizando el escenario 3D previamente realizado.

Finalmente, la distancia entre filas de estructuras se calcula iterando distintas distancias y distintas potencias instaladas hasta obtener el mejor resultado de rendimiento y producción de la planta.

Para este proyecto la distancia final entre estructuras será de 4,11 m.

18 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR

18.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

GENERALIDADES.

Los módulos solares utilizados en esta planta se caracterizan por su elaboración y componentes de calidad. Los módulos cuentan con células de silicio que permiten un excelente rendimiento, incluso con poca irradiación solar. Las células solares están encapsuladas en EVA (Acetato de Etileno-Vinilo) resistente a la radiación ultravioleta.

El marco es de una aleación de aluminio anticorrosivo y a prueba de torsión, de forma que los módulos son estables y pueden ser montados de muchas maneras. La cubierta de los módulos está hecha de vidrio solar templado. Este vidrio garantiza, por una parte, una alta transparencia y, por otra, protege las células solares de agentes atmosféricos como granizo, nieve y hielo.

Cada panel lleva una caja de conexión en la parte posterior con cable de 4mm2 y conectores multicontact tipo compatible MC4 para conectar los módulos entre sí.

Los módulos que se utilizarán este proyecto serán **módulos bifaciales**. Los módulos bifaciales ofrecen muchas ventajas sobre los paneles solares tradicionales. Se puede producir energía desde ambos lados de un módulo bifacial, aumentando la generación de energía total. Los módulos bifaciales producen energía solar desde ambos lados del panel. Mientras que los paneles tradicionales opacos de lámina posterior son monofaciales, los módulos bifaciales exponen tanto la parte frontal como la parte posterior de las celdas solares.

Los módulos bifaciales vienen en muchos diseños. Algunos están enmarcados, mientras que otros no tienen marcos. Algunos son de doble vidrio, y otros usan hojas traseras transparentes. La mayoría utiliza células monocristalinas, pero hay diseños policristalinos. Lo único que es constante es que el poder se produce desde ambos lados. Hay módulos de doble vidrio sin marco que exponen la parte posterior de las celdas pero no son bifaciales. Los verdaderos módulos bifaciales tienen contactos tanto en la parte frontal como en la parte posterior de sus celdas.

Los parámetros que se han tenido en cuenta para la elección del módulo fotovoltaico son:

- Potencia. Interesa ir a un módulo con la mayor potencia posible dentro de la gama comercial a la que tengamos acceso.
- Eficiencia. Se define como el cociente entre la potencia eléctrica que nos genera el panel y la potencia irradiada sobre el mismo, para unas condiciones determinadas. Siempre es un factor favorable ya que una mayor eficiencia nos permite reducir el área física de actuación

de la instalación de la planta. Si para una misma potencia instalada reducimos las dimensiones físicas ocupadas, se producirá un ahorro en costes de estructuras, cableados, canalizaciones, etc., y por consiguiente menores pérdidas por efecto Joule en los cableados.

- Precio. Evidentemente es un factor determinante el coste de adquisición del panel por watio pico de potencia.
- Disponibilidad comercial. Ligada también al punto previo, es deseable que un mismo producto puedan suministrarlo varios proveedores. Así pues, hay fabricantes que distribuyen su producto a través de almacenes de material eléctrico diversos, y en cambio otros tienen distribuidores específicos por áreas geográficas. No obstante, lo importante es garantizar que, una vez elegido el producto, su suministro tenga plazos de entrega razonables.
- Otros parámetros técnicos. En este punto cabe mencionar algunos parámetros característicos de los paneles fotovoltaicos. Por ejemplo, su pérdida de eficiencia en función de la temperatura de trabajo es un factor importante, ya que cuando más producen estas instalaciones es precisamente cuando más potencia irradiada reciben del sol, y por tanto cuando van a estar sometidos a mayor temperatura. Otro aspecto puede ser la pérdida de características con el paso de los años, ya que este tipo de instalaciones requieren fuertes inversiones iniciales, que solo podrían ser viables por la durabilidad de los elementos de la instalación durante periodos de tiempo suficientes para que la inversión sea rentable.
- Referencias del fabricante. En general, cuanta más información técnica podamos obtener de un fabricante, mayor sensación de seriedad tendremos del mismo a priori. Cualquier otra fuente de información procedente de gente del sector (proveedores, industriales, etc.) debe ser al menos escuchada y valorada a la hora de la elección del producto. Y cualquier otra fuente de información (internet, foros de especialistas, etc.) será útil para tener el máximo de elementos a la hora de tomar la decisión final.
- Cumplir con las especificaciones de la UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo cual se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente, cumpliendo con los requisitos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión, así como las directivas comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

De todo el análisis anterior se ha elegido para este proyecto el panel JA SOLAR JAM78D30 610/TB de 610 Wp. El módulo cumple con todas las especificaciones de calidad requeridas y tiene una eficiencia de 21,8 %.

En la tabla adjunta puede observarse las características técnicas (eléctricas y físicas) que poseen los paneles proyectados para suministro, y que se resumen en la siguiente:

DATOS ELÉCTRICOS	
Potencia máxima nominal (Pmáx)	610W
Tipo	BiFacial
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmp)	45,94V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp)	13,28
Tensión de circuito abierto (Vca)	55,05V
Intensidad de cortocircuito (Icc)	14,16A
Eficiencia del módulo	21,8%
Clasificación de aplicación	Clase II
Tolerancia Potencia	0~+5W
Coeficiente Temperatura de Isc (a_Isc)	++0,046%/C
Coeficiente Temperatura de Voc(p_Voc)	--0,26%/C
Coeficiente Temperatura de Pmax (y_Pmp)	-+0,31%/C
STC	Irradiance 1000W/m2, cell temperatura 25C, AM1.5G

ESPECIFICACIONES	
Tipo de célula	Mono
Peso	33,4kg
Dimensiones	2465 ×1134× 35 mm
Cable	4mm²
Número de células	156
Caja de conexiones	IP68, 3 diodes
Conector	Costumized

CONDICIONES DE OPERACIÓN	
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC/UL)
Operating Temperature	-40C~+85C
Maximum Series Fuse	30A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa
Maximum Static Load,Back*	2400Pa
NOCT	45±2C
Application Class	Class II

Estas características son especificaciones en CEM (condiciones estándares de medida), consistentes en una irradiancia de 1000 W/m^2, temperatura de célula 25 °C y masa de aire de 1,5.

Todos los certificados de cada uno de los módulos estarán dentro del margen de potencia pico nominal ±5%, desviaciones las cuales se producen también, en mayor o menor medida, en los parámetros de Vmp e Imp. Por tanto, si dentro de un mismo modelo aparecen tales desviaciones, es razonable agrupar series en paralelo con modelos de características similares, que no

necesariamente serán de la misma potencia nominal, pudiéndose clasificar los módulos fotovoltaicos en agrupaciones que presenten Imp similares y que se pueden corresponder con modelos diferentes.

En cualquier caso, los módulos se asociarán dentro de su misma serie en función de su propia intensidad de máxima potencia (Imp), que es el criterio óptimo de asociación. Si bien, aunque hay una correlación entre la Imp y la Pmp, no siempre a mayor potencia tendremos una mayor corriente.

Cada serie dará una corriente diferente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas, y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulado.

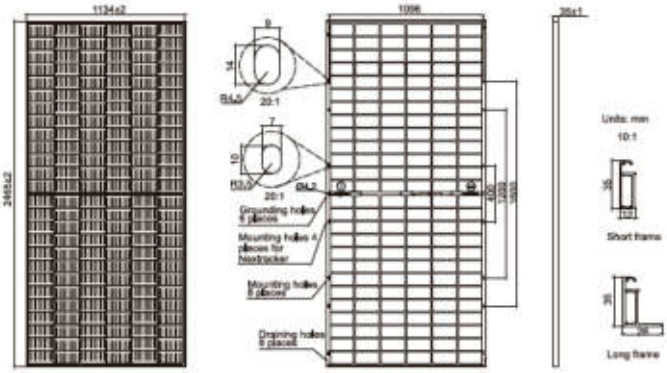
Una vez definidas los agrupamientos que se van a realizar, se procederá a describir cada uno de ellos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

JA SOLAR

JAM78D30 595-620/TB Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	33.4kg±3%
Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm² (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	156(6×26)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10-35
Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+)/400mm(-); Landscape:1300mm(+)/1300mm(-)
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM78D30 -595/TB	JAM78D30 -600/TB	JAM78D30 -605/TB	JAM78D30 -610/TB	JAM78D30 -615/TB	JAM78D30 -620/TB
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	595	600	605	610	615	620
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	54.60	54.75	54.90	55.05	55.20	55.34
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	45.49	45.67	45.80	45.94	46.07	46.20
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.95	14.02	14.09	14.16	14.23	14.30
Maximum Power Current(Imp) [A]	13.08	13.14	13.21	13.28	13.35	13.42
Module Efficiency [%]	21.3	21.5	21.6	21.8	22.0	22.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.046%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.260%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.310%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 10% SOLAR IRRADIATION RATIO

TYPE	JAM78D30 -595/TB	JAM78D30 -600/TB	JAM78D30 -605/TB	JAM78D30 -610/TB	JAM78D30 -615/TB	JAM78D30 -620/TB
Rated Max Power(Pmax) [W]	643	648	653	659	664	670
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	54.63	54.78	54.93	55.08	55.23	55.37
Max Power Voltage(Vmp) [V]	45.49	45.66	45.80	45.93	46.07	46.20
Short Circuit Current(Isc) [A]	15.07	15.14	15.22	15.29	15.37	15.44
Max Power Current(Imp) [A]	14.13	14.19	14.27	14.34	14.42	14.49
Irradiation Ratio (rear/front)	10%					

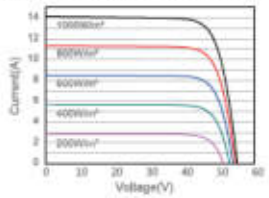
*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.
**Bifaciality=Pmax,rear/Rated Pmax,front

OPERATING CONDITIONS

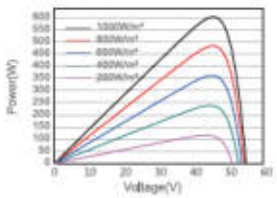
Maximum System Voltage	1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	30A
Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112 lb/ft²) 2400Pa(50 lb/ft²)
NOCT	45±2°C
Bifaciality**	80%±10%
Fire Performance	UL Type 29

CHARACTERISTICS

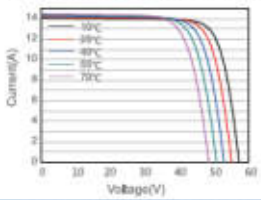
Current-Voltage Curve JAM78D30-610/TB



Power-Voltage Curve JAM78D30-610/TB



Current-Voltage Curve JAM78D30-610/TB



Premium Cells, Premium Modules Version No. : Global_EN_20210927A

18.2 INVERSOR

18.2.1 Generalidades.

El sistema de inversión es el encargado de convertir la corriente continua procedente del generador fotovoltaico proporcional a la radiación incidente en corriente alterna.

Por lo tanto, es necesario esa transformación de corriente continua en alterna de las mismas características (tensión y frecuencia) que la red, para que el sistema fotovoltaico pueda operar en paralelo con la red existente.

El funcionamiento de los inversores será automático. A partir de que los módulos solares generan suficiente 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. A partir de que ésta sea suficiente, el equipo comenzará la inyección a red.

Además del caso en que los paneles no produzcan energía suficiente el inversor se desconectará en los supuestos siguientes:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en cortocircuito y por tanto se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Temperatura elevada en el equipo.

La forma de funcionamiento de los inversores es de tal modo que toman la máxima potencia posible de los módulos solares mediante el seguimiento del punto de máxima potencia. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor para su funcionamiento. Puesto que la energía que consume la electrónica del inversor procede de los paneles, durante las horas nocturnas el inversor sólo consumirá una pequeña porción de energía de la red de distribución, minimizándose de este modo las pérdidas.

Por lo tanto, es un elemento fundamental del sistema y por ello su elección debe ser consecuencia de un análisis comparativo entre distintos modelos que existan en el mercado. Los aspectos a tener en cuenta a la hora de la elección del inversor son los siguiente:

- Potencia. Teniendo en cuenta el tamaño de la instalación que nos ocupa, debemos buscar un inversor cuya potencia se adapte a la modularidad y escalabilidad que queramos obtener. La gama de inversores que existen en el mercado va desde watios hasta unos pocos megawatios. Si elegimos un inversor de pequeña potencia, deberemos instalar muchos bloques repetidos para alcanzar la potencia que deseamos en nuestra instalación. Ello repercutirá en mayores costes de la instalación y mayor dificultad en la explotación y mantenimiento de la misma. Por el contrario, si elegimos un único inversor del total de potencia que requerimos (suponiendo que exista un inversor de esa potencia), los costes de instalación se reducirán casi con toda probabilidad. Sin embargo, ante una avería de este elemento, dejaríamos a toda la planta fuera de servicio. Y no hay que olvidar que la tecnología utilizada en inversores es bastante sofisticada, y son elementos muchos más susceptibles de fallo que por ejemplo un transformador, o un interruptor automático. Por tanto, lo más conveniente será ir a una solución en la que exista un número razonable de inversores, de forma que la instalación no se encarezca excesivamente, y en caso de fallo de alguno el porcentaje de instalación que se quede fuera de servicio no sea excesivo. Es decir, es un compromiso entre costes de instalación, costes de mantenimiento, y costes por posibles pérdidas de producción ante fallos.
- Eficiencia. Como siempre, la eficiencia es un parámetro fundamental a tener en cuenta. Se define como la relación entre la potencia en alterna que inyecta el inversor a la red, y la potencia en continua que entra en el inversor. Evidentemente, en la instalación que nos ocupa, cualquier pérdida de potencia incide directamente en los ingresos monetarios que se generarán, ya que es energía que se perderá en forma de calor y que no se verterá a la red
- Precio. Aspecto fundamental en cualquier elemento, pero de forma importante en los inversores de la instalación ya que su coste también va a ser un porcentaje relevante del coste total del proyecto.
- Disponibilidad comercial. Al igual que en el caso de los paneles, dada la importancia y la criticidad que este elemento va a tener en nuestra instalación, va a ser fundamental que, tanto a la hora de su suministro, como a la hora de una necesidad de asistencia técnica, el proveedor garantice una respuesta rápida. Quizá es el elemento de la instalación en la que este aspecto, asistencia técnica, sea el más relevante.
- Otros parámetros técnicos. Existen diversos parámetros además de la potencia y rendimiento, fundamentales a la hora de realizar la comparación entre distintas opciones de inversor. Estos son algunos de ellos:
    - -Rango de tensión de entrada para el cual el inversor puede funcionar en el punto de máxima potencia (PMP en español, MPP en inglés). En función de este parámetro tendremos que diseñar las agrupaciones de paneles en serie formando strings.
    - -Reducción por temperatura (temperature derating). Indica cómo el inversor va reduciendo la potencia capaz de generar en función de la temperatura de trabajo. Ello es consecuencia de que tienen implementado un sistema para proteger los semiconductores de potencia contra el calentamiento.

- -Dispositivos adicionales de monitorización y protección. Normalmente los fabricantes de inversores dan opción de añadir funciones adicionales diversas, como por ejemplo protecciones magnetotérmicas en entrada y/o salida, detección de fallo de aislamiento, protección contra sobretensiones, analizador de red, etc. Ello puede ofrecer una solución integrada que facilite la ejecución de los trabajos de instalación y con ello conseguir una reducción de costes.

- Posibilidad de soluciones integradas. Este es un aspecto muy interesante, ya que hay fabricantes que ofrecen no solo el inversor, sino una solución integrada de estación de media tensión que incluye, además de los inversores, el transformador y las protecciones en el lado de baja tensión de corriente alterna y las cabinas con celdas de línea y de protección en el lado de alta tensión. Pueden además incluir soluciones para el conexionado de todas las líneas de corriente continua que llegan desde las agrupaciones de paneles fotovoltaicos. Es este un aspecto que puede incidir de forma importante en la fiabilidad de la instalación, al facilitar la ejecución por parte del instalador. Así mismo puede repercutir en el coste de instalación y reducirlo.
- Referencias del fabricante. Puesto que el inversor es un elemento altamente crítico, debido a la complejidad y sofisticación de la tecnología que emplea, además de las consecuencias gravosas que un fallo del mismo produciría, cualquier información o referencia que pueda obtenerse sobre la fiabilidad de productos de cada fabricante, es un dato a tener en cuenta a la hora de la elección.

El inversor elegido finalmente ha sido el modelo de **INGETEAM 1675TL B645**. En la elección se ha preferido que la potencia sea de1.666 kW.

El inversor cumplirá con todos los estándares de calidad requeridos por este tipo de instalaciones. Cumplirán las exigencias requeridas por el RD 1699/2011, el RD413/2014, RD 842/2000 y el RD 223/2008, en cuanto a protecciones, puesta a tierra, compatibilidad electromagnética, etc.

El inversor adoptado permite un rango muy amplio de tensión de entrada desde el campo fotovoltaico, lo que permite una gran flexibilidad de configuración y posibilidades de ampliación en el futuro. A partir de la potencia recibida del campo fotovoltaico, el punto de operación del inversor es optimizado constantemente con relación a las condiciones de radiación, las propias características y la temperatura del panel, y las características propias del inversor.

Su rendimiento máximo es superior al 96% 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 del campo fotovoltaico.

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 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 localmente a través de una pantalla LCD en el frontal del equipo. También incluye la posibilidad de monitorizar los datos en un PC 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 1955/2002 y las Directivas EMC (EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3) y de Baja Tensión (EN 50178).

18.2.2 Características técnicas.

INGECON SUN — Power B Series 1,500 Vdc

	1675TL B645
Input (DC)	
Recommended PV array power range[1]	1,659 - 2,179 kWp
Voltage Range MPP[2][3]	932 - 1,300 V
Maximum voltage[3]	1,500 V
Maximum current	1,850 A
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)
Type of connection	Connection to copper bars
Power blocks	1
MPPT	1
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles
Input protections	
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)
DC switch	Motorized DC load break disconnect
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton
Output (AC)	
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,666 kVA / 1,508 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,491.86 A / 1,350 A
Power IP56 @27 °C / @50 °C[4]	1,666 kVA / 1,484 kVA
Current IP56 @ 27°C / @ 50°C[4]	1,491.86 A / 1,328 A
Rated voltage[5]	645 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)
THD (Total Harmonic Distortion)[6]	<3%
Output protections	
Overvoltage protections	Type II surge arresters
AC breaker	Motorized AC circuit breaker
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection
Other protections	AC short circuits and overloads
Features	
Maximum efficiency	98.9%
Euroefficiency	98.5%
Max. consumption aux. services	4,700 W (25 A)
Stand-by or night consumption[7]	90 W
Average power consumption per day	2,000 W
General Information	
Ambient temperature	-20 °C to +57 °C
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)
Air flow range	0 - 7,800 m³/h
Average air flow	4,200 m³/h
Acoustic emission (100% / 50% load)	≤66 dB(A) at 10m / ≤54.5 dB(A) at 10m
Marking	CE
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, CGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia

18.2.3 Certificado del fabricante sobre la potencia del inversor.

Ingeteam

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW

INGETEAM POWER TECHNOLOGY S.A.

Por la presente se declara:

- Que Ingeteam es conocedor del diseño de la PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW, dimensionada con 3 inversores del modelo INGECON SUN Power B Series 1675TL B645, descritos en el proyecto técnico.
- Que tal como se describe en la memoria técnica de dicho proyecto, los inversores a suministrar se limitarán de la siguiente manera:

  Inversor 1: 1.666 kW nominales

  Inversor 2: 1.666 kW nominales

  Inversor 3: 1.666 kW nominales

  haciendo una suma total de 4.998 kW nominales, que será la potencia máxima del conjunto de la planta fotovoltaica.
- Que igualmente, como se describe en la memoria técnica de dicho proyecto la potencia pico del módulo solar fotovoltaico de entrada a los inversores será de 6.000 kW pico en el conjunto de los 3 inversores que componen la planta fotovoltaica.
- Que, a petición de Renerix Solar, los inversores serán limitados mediante configuración con la potencia indicada, no pudiéndose superar en ninguna circunstancia dicha potencia.

Inscrita en el Registro Mercantil de Bizkaia, Tomo 5236, Folio 135, Inscripción 1ª con hoja BI-59210 – 09.11.2011 - CIF A95.663.852

Ingeteam

Ingeteam Power Technology, S.A.
Energy
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
E-31621 Sarriguren-Navarra-Spain
Tel +34 948 288000
www.ingeteam.com
C.I.F. A-95.663.852

Sarriguren, a 21 de marzo 2022

18.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE.

18.3.1 Estructura.

La estructura soporte irá situada sobre el suelo. Será calculada considerando unas cargas que aseguren buen anclaje del generador fotovoltaico ante condiciones meteorológicas adversas, cargas de nieve y viento

El sistema de suportación de los paneles fotovoltaicos estará formado por estructuras de acero galvanizado, acero inoxidable o aluminio, para evitar y prevenir la oxidación. El sistema de soporte de módulos se hincará en el terreno, se atornillarán al mismo o se fijarán con cimentaciones en función de las características físicas del suelo.

Los cálculos estructurales seguirán la norma y código de aplicación local y nacional. Los materiales cumplirán las condiciones exigidas por la norma UNE-EN 1090-2 “Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero”. En este proyecto al no tener estudios geotécnicos previos ni pruebas en el terreno se estima una estructura estándar de mercado quedando el diseño final de la estructura soporte de paneles supeditada a la validación del Director de Obra de los cálculos finales de dicha estructura, según el fabricante final a la que se adquiera.

El espesor de galvanizado se realizará según la normativa ISO 1461, en función de las condiciones atmosféricas, siguiendo la norma ISO 14713

El diseño y la construcción de la estructura y los sistemas de fijación de los módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir caras que puedan afectar a la integridad de los módulos.

La estructura de soporte será apta para la disposición física de las agrupaciones de paneles a realizar, intentando en la medida de lo posible evitar la separación de las series de paneles.

Dicho sistema de estructuras funciona de forma análoga y garantiza que no haya una transferencia de medios al terreno.

La estructura siempre debe evitar las pérdidas por sombras, por lo que tanto la separación como la inclinación debe ser adecuada para la ubicación y condiciones del terreno.

En caso de uso de hincas o tornillos, estos serán fijados al suelo mediante una máquina que incorpora un accesorio atornillador-hincador. La extracción de dichos elementos se realiza fácilmente empleando la misma herramienta.

La estructura contará con los cálculos de los anclajes para que cumpla con la normativa vigente (cargas de viento, nieve, terremotos, …).

La estructura elegida para este caso es del tipo **fija biboste** de 28 metros aproximadamente y estará formada perfiles laminados o conformados normalizados de acero galvanizado, lo cual le confiere las características idóneas para su situación a intemperie. La separación entre ejes de estructuras será de 4,11 metros para evitar los efectos negativos de pérdida de producción eléctrica asociado a las sombras que unas hileras puedan producir sobras las otras. La separación entre los módulos de cada hilera será de 1,5 cm.

Los módulos irán anclados a estos perfiles mediante tornillería o zapatas adhesivas. Estarán dimensionados para ubicar 2 strings o cadenas de 24 paneles en serie. Es decir, tendrá un total de 48 módulos. La colocación de los módulos en la estructura soporte será de 2 módulos en vertical por cada columna.

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante una cimentación con hinca de acero calvada directamente al terreno. Estas cimentaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas, tal y como se muestra en planos.

ESPECIFICACIONES	
Estructura	fija biboste 2Vx24
Inclinación	25°
Opciones de cimentación	Hincado directo / Pre-drilling + hincado / Micropilote/ Predrilling + compactado + hincado
Adaptación al terreno	Hasta 20% inclinación N/S**
Ratio de ocupación (GCR)	Configurable: alcance estándar (28-50%)*
Perfiles: calidad y tratamiento	Acero de alta resistencia S275JR, S355JR y acero ZM310
Tornillería	Grado 8.8 / ZnNi + sellante
Tipos de módulos compatibles	Con marco, sin marco o glass...
Cargas de viento y nieve	A medida según requerimientos
Normativa y regulación	Cálculo, diseño y fabricación de la estructura de acuerdo a las normas Eurocódigo.

18.3.2 Montaje Estructura

El montaje de la estructura se realizará mediante las técnicas de hincado directo o el proceso alternativo de hincado con pretaladro, según las características geotécnicas del terreno en los puntos en los que se realizará la sujeción de las estructuras.

El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos reduce los altos costes y plazos generados con las cimentaciones de hormigón. De igual modo, el impacto ambiental es mucho menor al no quedar hormigón enterrado. De esta manera la planta solar fotovoltaica podría ser desmontada en un futuro sin dejar huella.

Para llevar a cabo el hincado de los postes que sustentarán tanto el resto de la estructura como los paneles fotovoltaicos que van fijados a ella, se utiliza una máquina hincapostes, que introduce los postes en el terreno a la profundidad requerida en función del tipo de terreno, resistencias exigidas, etc... Con la mayor precisión, gracias al sistema de medición por láser que lleva incorporados.

En primer lugar, se necesitará realizar el replanteo topográfico para marcar en el terreno los puntos en los que se van a tener que hincar los perfiles metálicos. Tras esto, se colocarán los perfiles en el terreno para mayor facilidad del operario a la hora de hincarlos. Será necesario contar con dos operarios de los cuales uno será el maquinista y el otro el ayudante.

La herramienta de perforación es el propio perfil metálico que se hinca mediante el golpeteo que efectúan las máquinas hincadoras hidráulicas. Previamente se habrá anclado la máquina al suelo para evitar el movimiento de ésta cuando se esté hincando el poste. Esta máquina utiliza un molde especial con la forma del perfil del poste y golpea repetidas veces la cabeza del mismo, introduciéndolo progresivamente en el terreno hasta llegar a la profundidad necesaria, la cual se establecerá por el estudio geotécnico, es decir la consistencia del terreno, y estará entre los 1,5 m y los 2,0 m.

Una vez realizado el hincado, los perfiles metálicos ya están preparados para recibir la estructura de paneles fotovoltaicos. La estructura soporte irá conectada a tierra con motivo de reducir riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas o tensiones inducidas por fenómenos meteorológicos.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre la estructura soporte utilizando los agujeros correspondientes, mediante la tornillería específica o grapas adecuadas, siguiendo las recomendaciones del fabricante de módulos y estructura soporte. Los módulos fotovoltaicos se instalarán de manera que el aire pueda circular libremente a su alrededor. De este modo, se consigue disminuir la temperatura de trabajo.

19 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

El circuito de BT consiste principalmente del cableado de BT del campo solar asociado a cada Centros de Transformación. Se diferenciarán diferentes niveles del circuito.

- Cableado de módulos. La interconexión entre unos módulos de un mismo string se realizará mediante el cableado y conectores que incorporan de fábrica los propios módulos.
- Cableado de string: Será el encargado de conectar los strings en cada estructura con los cuadros de nivel 1 o cuadro de combinación de string (SCB). Este cableado circulará por bandeja a la intemperie anclada a la propia estructura solar en caso de realizar cruzamientos a estructuras cercanas este cruzamiento se realizará de forma enterrada bajo tubo. La conexión a los módulos se realizará mediante conector multicontact o similar mientras que la conexión en los cuadros de nivel se realizará mediante bornero.
- Cableado DC: Será el encargado de conectar los cuadros de combinación de string (SCB) con el inversor. Este cableado se realizará de forma subterránea bajo tubo o sin tubo, esto se definirá en una fase posterior de ingeniería de detalle.
- Cableado AC de inversor a CT. Será el encargado de conectar los inversores con el trasformador. Este cableado se incluirá en la solución conjunta de los Centros de Transformación donde va ubicado el inversor. Podrá ser mediante conductores o pletinas de la sección adecuada.

19.1 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 30 kV (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.

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.

19.1.1 Cableado DC.

Los cables de la instalación serán de cobre o aluminio, con una sección suficiente para asegurar las pérdidas por efecto joule inferiores a 2% de la tensión nominal tal y como pide el pliego de condiciones técnicas del IDAE y el reglamento electrotécnico para baja tensión.

Módulos-String Combiner Box

Para la conexión en continua entre los módulos y las cajas de agrupación de Strings (String Combiner Box) el cable serán del tipo P-Sun 2.0 (RHH), adecuados para su instalación exterior y presentarán las siguientes características:

- Conductor: ..... cobre electrolítico estañado
- Sección: .....4 y 6mm2
- Tipo .....Unipolar de varios hilos
- Temperatura de servicio: ..... 90ºC (máxima 120ºC y cortocircuito 250ºC)
- Material de aislamiento: ..... Goma tipo EI6
- Tensión de aislamiento: ..... 0.6/1 kV AC, 0.9/1.8 kV DC
- Material de cubierta: ..... Mezcla cero halógenos, tipo EM5.
- Resistencia a las condiciones climatológicas:
  - Alta resistencia al frio
  - Alta resistencia a los rayos UVA
  - Alta resistencia a la absorción de agua
- Características a presentar en la combustión:
  - No propagación de la llama
  - Libre de halógenos
  - Reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos
  - Baja emisión de humos opacos
- Otras características:
  - Alta resistencia al impacto
  - Alta resistencia a agentes químicos
  - Alta resistencia a la abrasión y desgarro
- Vida útil ..... no inferior a 25 años
- Color: ..... Rojo/Negro

Los módulos se agrupan en ramas de 32 paneles en serie, para conseguir así la tensión de trabajo del inversor. Cada rama se cableará en Cu,4 y 6 mm^2, nivel de aislamiento 1500V, hasta el inversor.

La conexión entre módulos se realizará con terminales multicontacto que facilitarán la instalación además asegurarán el aislamiento.

String Combiner Box - Inversor

Desde cada una de los String Combiner Box, se realizará la conexión con el Inversor, mediante cable con nivel de aislamiento 0,6/1 KV AC 1,8kV DC, clase II y secciones de hasta 240 mm^2 en Aluminio. Con las siguientes características:

- Conductor: ..... aluminio RV-K o similar
- Sección: ..... hasta 240 mm2
- Tipo .....Unipolar de varios hilos
- Temperatura de servicio: ..... 90ºC (máxima 120ºC y cortocircuito 250ºC)
- Material de aislamiento: ..... polietileno reticulado XLPE
- Tensión de aislamiento: ..... 0.6/1 kV AC, 1.8 kV DC, Clase 2
- Material de cubierta: ..... PVC
- Resistencia a las condiciones climatológicas:
    - Alta resistencia al frio
    - Alta resistencia a los rayos UVA
    - Alta resistencia a la absorción de agua
- Características a presentar en la combustión:
    - No propagación de la llama
    - Libre de halógenos
    - Reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos
    - Baja emisión de humos opacos
- Otras características:
    - Alta resistencia al impacto
    - Alta resistencia a agentes químicos
    - Alta resistencia a la abrasión y desgarro

Vida útil ..... no inferior a 25 años

19.1.2 Cableado AC

Desde cada Inversor hasta el Cuadro de Baja Tensión (CBT) de los Centros de Transformación (CT) se realizará la interconexión con cable con nivel de aislamiento 0,6/1 KV AC 1,5kV DC, clase II y secciones adecuadas en Cobre o Aluminio.

El cableado de media tensión se realizará con cable Al RHZ1 12/20 kV, con aislamiento dieléctrico seco.

19.2 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; protección contra contactos indirectos, asimismo se instalará un sistema de protección contra sobretensiones, tanto en la parte de corriente continua, como en la parte de alterna.

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 fotovoltaica son:

- Interruptor general manual, interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión, que puede ser incluido en el inversor.
- Interruptor automático diferencial, como protección contra derivaciones en la parte de alterna de la instalación, que puede ser incluido en el inversor.
- Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente a funcionamiento en isla, incluido en el inversor.
  También el inversor contiene un interruptor del lado de continua, que protege de los posibles contactos indirectos.
- Aislamiento clase II en todos los componentes: módulos, cableado, cajas de conexión, etc.
- Protecciones contra sobretensiones para el generador fotovoltaico incluidas las inducidas por descargas atmosféricas.
- Fusibles para instalaciones fotovoltaicas con función seccionadora.

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

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP65.
- Todos los conductores 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 módulos y las estructuras soporte 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 campo generador hasta los terminales de entrada del inversor:

- Contactos directos e indirectos:
  El generador fotovoltaico 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 módulos fotovoltaicos, 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.

  En el diseño de la protección individual de los cables de cada rama, hay que tener en cuenta que la corriente de cortocircuito es aproximadamente igual que la corriente nominal de la rama. Este hecho condiciona la utilización de fusibles o disyuntores que puedan utilizarse para proteger el cableado contra los cortocircuitos.
  Por lo tanto, la protección contra cortocircuitos en el generador fotovoltaico, por fallas en el aislamiento o falla en la protección a tierra, se recomienda realizarla mediante el uso de sistemas de protección de corte automático, sensible a las tensiones de contacto en corriente continua.
  Tal y como se mencionó anteriormente el inversor contiene esa protección en su interior. Si la instalación llegase a ser de grandes dimensiones habría que incluir más de este tipo de protecciones repartida en las diversas ramas que conformen al generador, para protegerlo en toda su extensión.
- Sobrecargas
  Los fusibles son normalmente distribuidos por cada una de las ramas de los grandes sistemas fotovoltaicos para proteger la instalación eléctrica de sobrecargas.
  Adicionalmente entre el generador y el inversor debe instalarse un elemento de corte general bipolar para continua, que debe ser dimensionado para la tensión máxima de circuito abierto del generador a -10ºC, y para 125% de la corriente máxima del generador.

En el caso que se dispongan fusibles por ramas, la sección transversal del cableado de la rama puede entonces ser determinada a partir de la corriente límite de no fusión del fusible de la rama. En este caso, la corriente admisible del cable (Iz) deberá ser superior a la corriente nominal del elemento de protección (In) y a su vez,
inferior al corriente límite de fusión del mismo (Inf). A su vez, la Inf no podrá ser superior a 1,15 veces la Iz:

$$In \leq Inf \leq 1{,}15 \times Iz$$

Adicionalmente, para evitar cortes imprevistos en la producción energética, la corriente nominal del fusible (In) vendrá dada por la expresión:

$$In \geq 1{,}25 \times In\ RAMA$$

De esta forma una vez que ocurra una sobrecarga en alguno de los conductores activos de la instalación fotovoltaica, los fusibles deberán de protegerlos.
Cabe mencionar que el elemento de corte, tendrá que ser capaz de conectar y desconectar el generador en carga, en buenas condiciones de seguridad.

- Sobretensiones
  Sobre el generador fotovoltaico se pueden producir sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia.
  Por ello, se protegerá la entrada de CC del inversor mediante dispositivos de protección de clase II (integrado en el inversor), válido para la mayoría de equipos conectados a la red, y a través de varistores con vigilancia térmica.

19.2.1 String Combiner Box.

Los String Combiner Box (SCB), cuadros de nivel I (CN1) o cuadros DC son los encargados de poner en paralelo las primeras agrupaciones de strings.

El String Combiner Box dispondrá como mínimo, a su salida, de seccionamiento de la totalidad de las agrupaciones de series mediante interruptor bipolares de corte en carga de calibre adecuado. Por lo que el dispositivo de corte deberá soportar la intensidad resultante del paralelo de los strings que se hacen en dicho cuadro.

Las líneas procedentes de los módulos están protegidas por fusibles tipo gG acorde a las Isc de los módulos, la normativa vigente y las recomendaciones del fabricante.

La función de los fusibles no es, como ocurre en la mayoría de ocasiones, proteger contra cortocircuitos. De hecho, los paneles fotovoltaicos tienen un valor de corriente en cortocircuito que no difiere mucho de la corriente en el punto de máxima potencia. Si un string aislado se cortocircuita, no produce corrientes peligrosas. El problema puede venir por el hecho de que existen numerosos

strings puestos en paralelo. Ello significa por tanto que van a estar sometidos a la misma tensión que, en condiciones normales, se corresponderá con la tensión del PMP de los strings para la irradiación que estén recibiendo en ese momento. Mientras se mantengan las condiciones normales, no existirá mucha desviación entre las condiciones de trabajo de los distintos strings. El problema puede producirse en caso de que exista un fallo en algún string. Si, por ejemplo, algún panel fotovoltaico de un string se cortocircuita por una avería en el mismo, podría ocurrir que ese string pasara a estar recorrido por una corriente inversa, superior a la que soporta. De ahí que la función de protección de los fusibles en los cuadros de conexionado de continua nivel I sea la de evitar que estas corrientes inversas pudieran ocasionar daño a los paneles fotovoltaicos.

Aparte de los fusibles de entrada y el interruptor de corte de salida, estos cuadros suelen llevar protección contra sobretensiones.

La envolvente será de un material resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan albergar holgadamente todos los conductores y equipos que deban contener.

El nivel de protección será IP65 según normativa vigente.

Las entradas de los cables se realizarán mediante prensaestopas o conectores que mantengan la estanqueidad de la caja.

19.2.2 Cuadro de Alterna.

La central contará con todas las protecciones de líneas e interconexión preceptivas según el reglamento de baja tensión y de acuerdo también con las normas de la compañía distribuidora.

En muchas ocasiones el propio inversor dispone de las protecciones necesarias en alterna incorporadas en su interior.

Este cuadro también se puede denominar CBT (Cuadro de Baja Tensión). Este cuadro suele disponer como mínimo protección mediante fusibles y un interruptor manual de corte en carga.

El contenido de este cuadro y sus protecciones puede variar en función de los requerimientos de la compañía distribuidora.

19.2.3 Aislamiento galvánico

UNE-EN 61558:2011 Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y las combinaciones de estos elementos.

19.2.4 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Armónicos y compatibilidad electromagnética según lo dispuesto en el Real Decreto 1669/2011 y R.E.B.T ITC-BT 40.

19.2.5 Variaciones de tensión y frecuencia en la red

Todos los inversores realizan de forma automática, mediante un relé, la desconexión y conexión de la instalación en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red mediante un programa de "software" valores según Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, no pudiendo ser modificados por el usuario.

19.2.6 Mínima y máxima tensión

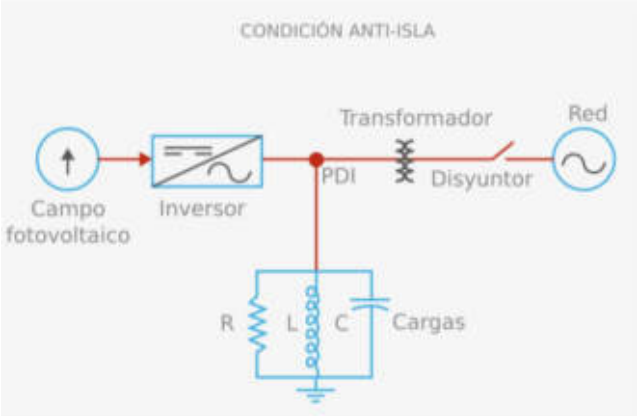
Por software en el inversor con 5 niveles configurables en magnitud y duración.

19.2.7 Mínima y máxima frecuencia

Por software en el inversor con 5 niveles configurables en magnitud y duración.

19.2.8 Contra funcionamiento en isla

La protección anti-isla de los inversores INGETEAM 1675TL B645 combina métodos pasivos y activos, eliminando la posibilidad de falsos disparos y cumpliendo con las normativas IEC62116 y IEEE1547.



19.3 SISTEMA DC/AC.

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

La instalación eléctrica comprende la instalación en baja tensión de la interconexión de las cadenas de módulos fotovoltaicos al inversor. Se realizará la conexión trifásica en baja tensión desde el inversor hasta los Centros de Transformación. Todo conducido a través de canalizaciones adecuadas a cada disposición.

Los módulos fotovoltaicos transforman la irradiación solar captada en corriente eléctrica continua, la cual es convertida en corriente alterna por los inversores e inyectada en la red a través de las subestaciones eléctricas elevadoras.

El cableado para la conexión de los módulos en continua será con cable solar Cable Solar H1Z2Z2-K 1500V hasta las cajas de combinación de strings (SCB) y desde dichas cajas hasta el Inversor Central el cableado utilizado sería del tipo XZ1 (S) o KV-K 0,6/1 kV Al 1500DC con una sección adecuada a la corriente que transporta y a la caída de tensión prevista en el proyecto para evitar recalentamiento de los cables y unas pérdidas excesivas.

Desde el Inversor hasta el Transformador los cables serán acorde con las especificaciones del fabricante pues ambos equipos se encuentran ubicados en el mismo Centro, pudiendo conectar Inversor con Transformador por medio de cables o pletinas, ambos con sección adecuada a la corriente que transporta y a la caída de tensión prevista en el proyecto para evitar recalentamiento de los cables y unas pérdidas excesivas

El cableado entre los paneles de cada serie se realizará de un panel al siguiente sujeto mediante bridas a la estructura o a las perforaciones del marco de los paneles, evitándose que queden sueltos o que cuelguen y se enganchen, llegando finalmente hasta el inversor que dispondrá a la entrada de in conector tipo MC4 para así facilitar las labores de mantenimiento y reparación o sustitución de módulos.

Tanto los tramos de unión de series de paneles discurrirán a través de una bandeja metálica o sujetados por los elementos de la estructura de soporte de los módulos.

Todas las cajas de conexión que pudiera haber tendrán un grado de protección suficiente para garantizar la resistencia ante las condiciones de intemperie. Las cajas de conexión de paneles tendrán grado de protección mínimo de IP65.

En los Centros de Transformación de (1.800kVA) se dispondrá de 1 inversores de 1.666 kW llegando a un total de 3 inversores a lo largo del parque solar. Cada Inversor concentrará/ cadenas (string), según el caso, de 24 paneles en serie.

El inversor tendrá un con grado de protección adecuado a su ubicación.

A partir del Inversor se realizará la conexión, ya en corriente alterna, desde la salida AC del inversor, ubicado junto a los paneles fotovoltaicos hasta el Cuadro de Baja Tensión del Transformador para su adaptación a media tensión.

En los Centros de Transformación de 1.800kVA existirá 1 transformador de 1.800kVA. El transformador recoge la energía procedente de 1 inversores de 1.666 kW y transformaran la tensión desde 645V a 20kV.

Los Centros de Transformación se conectarán a través de una línea de 20kV de tipo subterránea, al Centro de Protección, Medida y Control (CPMC), en el cual se ubican las protecciones y medida de la planta, según normativa de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U, y desde este se conectara al centro de seccionamiento que se ubicará junto al punto de conexión establecido.

Desde el centro de seccionamiento se conectará la planta al punto de conexión mediante una línea denominada “Línea de interconexión” de doble circuito, 20kV y con conexión entrada/salida. La ubicación del punto de conexión a la línea mencionada se encuentra descrita en los planos adjuntos.

19.4 SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la planta fotovoltaica serán todos los consumos que existan en la instalación para la correcta operación y mantenimiento de la planta, tales como fuerza, iluminación, comunicaciones, sistemas de seguridad, seguidores, etc.

En los Centros de Transformación se instalará un transformador para dichos servicios auxiliares que estará conectado en su primario al circuito de generación, concretamente en el embarrado del Cuadro de Baja Tensión de los Centros de Transformación y en su secundario con el Cuadro general de Protección para los SSAA. Dicho Cuadro de SSAA está ubicado en el propio Centros de Transformación

Las principales características de ese transformador serán:

- Tipo: .....Trifásico encapsulado
- Potencia ..... 10 kVA
- Refrigeración ..... AN
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión del primario ..... 645 V
- Tensión del secundario ..... 400/230 V

19.5 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 fotovoltaica.

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 una de las instalaciones fotovoltaicas 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 toma de tierra a la que se conectará tanto la estructura soporte de los módulos, como el terminal de puesta a tierra de los cuadros de DC y el inversor teniendo en cuenta la distancia entre estos, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas.

Si la distancia desde el campo de paneles a la toma de tierra general fuera grande se pondría una toma de tierra adicional para las estructuras, próximas a ellas. Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuitos son muy elevados.

Es fundamental que la estructura soporte y con ella los módulos se conecten adecuadamente a la red general de tierra para reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas, con ello se limita la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas, permitir a los diferenciales la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes por descargas de origen atmosférico.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislante apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

La red de tierras de la planta se compone por una red general de la planta a base de cable de cobre desnudo repartido por la planta, tanto de corriente continua como alterna de baja tensión (generación, servicios auxiliares y corriente continua).

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, motores, etc.

Todos los centros con equipos de MT dispondrán con una red alrededor del mismo con un número adecuado de picas (donde se conectarán puertas, herrajes, etc.) y en el caso de encontrarse dentro del parque solar se conectará a la red general de tierras de la planta.

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.

19.6 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 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 0,70 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.

20 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN.

Se dotará a la instalación de 3 Centros de Transformación (CT) de 1.800kVA, para su posterior conexión a la red común de evacuación de la energía generada a la tensión de 20kV, interna de la planta, y que llevará la energía eléctrica producida al Centro de Protección, Medida y Control (CPMC) y desde este al Centro de Seccionamiento (CS). La relación de transformación de los CT's será 20kV/645V. La constitución del CT será de 1 transformador de 1.800kVA, 1 celda de protección, 1 celda de línea y 1 celda de medida, según reglamento.

El Centro estará ubicado en la parcela tal y como se indican en los planos del proyecto.

20.1 LÍNEAS INTERNAS DE MEDIA TENSIÓN

Las líneas internas de media tensión comprenderán la instalación de conducción eléctrica subterránea a 20kV que conducirá la energía generada entre los Centros de la planta solar y el Centro de Protección, Medida y Control (CPMC).

Existirán 1 línea que conectará Los Centros de Transformación con el Centro de Protección, Medida y Control (CPMC), de donde partirá la línea d media tensión externa aerea hasta la subestación elevadora.

La línea interna de media tensión de la planta fotovoltaica se divide en varios tramos, y tendrán las longitudes que a continuación se detalla:

- **TRAMO 1**. Tramo que conecta los CT3 con CT2. Longitud de este tramo es de 300 metros
- **TRAMO 2**. Tramo que conecta los CT2 con CT1. Longitud de este tramo es de 200 metros
- **TRAMO 3**. Tramo que conecta los CT1 con CPMC. Longitud de este tramo es de 195 metros

Por tanto, la línea tendrá una longitud total de 695 metros

Las líneas tendrán 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.

20.2 CABLEADO.

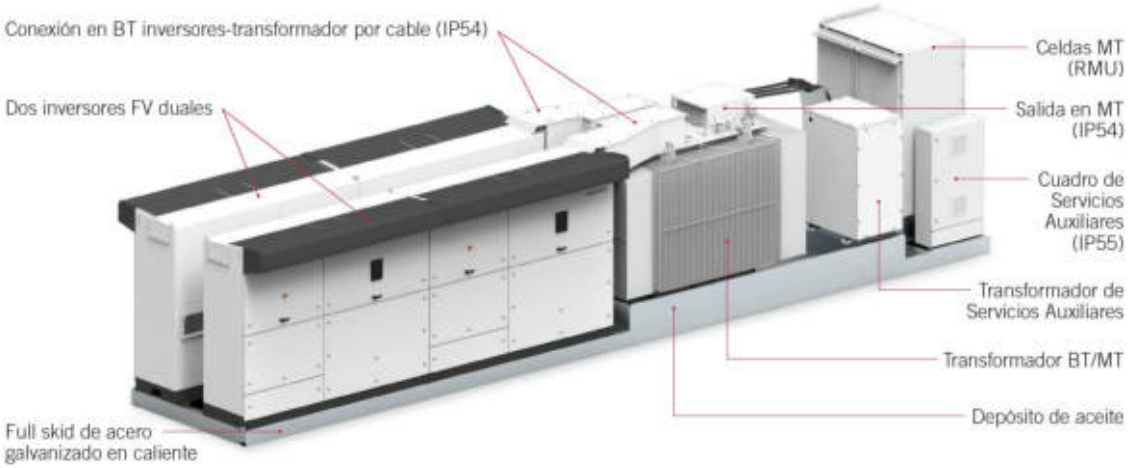
Los cables a suministrar para la interconexión de las distintas ramas que forman la Red de Media Tensión de la Planta solar fotovoltaica desde las Celdas de Media Tensión de cada CT y el Centro de Protección, Medida y Control (CPMC) deberán ser adecuados para instalarse enterrados bajo tubo, también podrán ser instalados directamente enterrados de acuerdo con la normativa aplicable y presentarán las siguientes características:

- Conductor: ..... hilos de aluminio electrolítico
- Sección: ..... Varias según indicaciones en cada esquema
- Flexibilidad: .....Semirrígido Clase 2
- Tipo .....Unipolar de varios hilos
- Temperatura máxima de servicio: ..... 105ºC (cortocircuito 250ºC máximo 5s)
- Temperatura mínima de servicio: ..... -15ºC
- Semiconductora interna: material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor
- Material de aislamiento: .....Polietileno Reticulado (XLPE)
- Tensión nominal: .....20 kV
- Tensión de aislamiento: 12/20kV
- Semiconductora externa: ..... material semiconductor aplicado sobre el aislamiento
- Pantalla metálica:.....corona de alambres de cobre y contraespira de cobre de sección total 16mm2
- Separador: ..... Cinta de poliéster
- Material de cubierta: .....Poliolefina libre de halógenos
- Resistencia a las condiciones climatológicas:
  - Alta resistencia al frio.
  - Alta resistencia a los rayos UVA.
  - Alta resistencia a la absorción de agua.
- Características a presentar en la combustión:
  - No propagación de la llama.
  - Reducida emisión de halógenos.
- Otras características:
  - Alta resistencia a la abrasión y desgarro
  - Vida útil no inferior a 25 años
  - Color: Rojo

20.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT).

Existirá 3 Centros de Transformación (CT) o también denominadas Power Station (PS) donde irán ubicados el transformador de 1.800kVA, la aparamenta de protección y el inversor. 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).

Los Centros de Transformación del presente proyecto serán a la intemperie, constituidos por una tipología de equipos de exterior en formato Skid tal y como se muestra en la siguiente figura:



La imagen corresponde con una Power Station con inversores duales. En este proyecto la Power Station solo dispondrá de un 1 inversor

Dentro de la planta nos encontraremos3 bloques de potencia de las siguientes características:

- Inversor por bloque:.....1
- Potencia nominal de los inversores:
  - @ 30ºC ..... 1666 kW
- Potencia total del bloque:
  - @ 30ºC ..... 1666 kVA
- Potencia nominal de los transformadores (@ 30ºC) ..... 1800 kVA
- Número de transformadores 1
- Relación de transformación .....0,645/20 kV

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.

20.3.1 EQUIPAMIENTO.

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.

En su disposición cerrado se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candados todos los ejes de accionamiento.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor. La posición de puesta a tierra será visible, así coma la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

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.

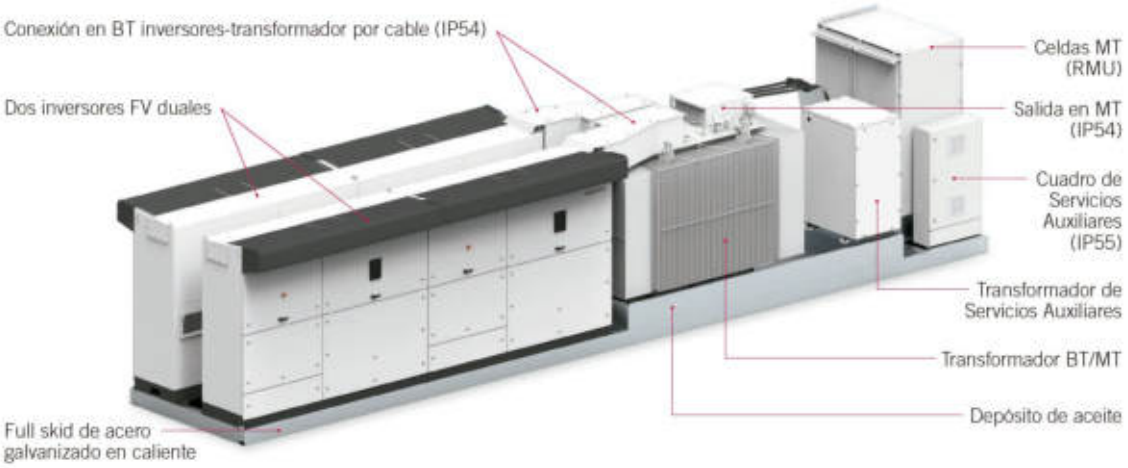
En estos centros se instalarán elementos del sistema de seguridad de la planta, así como los elementos del sistema de comunicaciones para monitorizar los datos de producción.

El cableado de media tensión será con cable Al RHZ1 12/20 KV , con aislamiento dieléctrico seco y su distribución será enterrado directamente en el terreno.

20.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT).

En la instalación objeto del presente proyecto existen 3 Centros de Transformación o Power Stations (PS) en donde se ubica, en un mismo bloque, el inversor y la aparamenta de media tensión. Y tienen las siguientes características.

- Centro de exterior, con toda la aparamenta y equipos de intemperie. Instalados sobre plataforma metálica apta para ser colocada sobre losa o pilares.
- 1 Celda modular de línea, corte y asilamiento 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.
- 1 Celda modular de protección general con interruptor automático, aislamiento integral en SF6, Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA, equipada con:
  - Interruptor automático de corte en vacío (cat. E2 s/IEC62271-100), con mando motor.
  - Interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra, con mando manual.
  - Relé de protección comunicable.
  - Indicador presencia tensión y sensores de intensidad.
- Interconexión M.T. Borna/Cono (longitud máxima aproximada por fase, 9m).
- 1 Transformador BT/MT trifásico de potencia 1.800 kVA – 20kV/645V UNE Ecodiseño, de distribución 50 Hz para instalación en exterior, hermético de llenado integral, con termómetro con 2 contactos y maxímetro. Refrigeración natural en aceite mineral.
- 1 Transformador para SSAA de aceite herméticamente sellado



La imagen corresponde con una Power Station con inversores duales. En este proyecto la Power Station solo dispondrá de un 1 inversor

20.3.3 TRANSFORMADOR.

Los Centros de Transformación dispondrá de un transformador, de 1.800 kVA.

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.

		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[a]		Dy11			
Primary connection		Delta[a]			
Secondary connection		Star			
Max. overtemperature for windings / oil		+65 / +60 K			
No load current		< 1%			
Max. peak starting current		< 15 x In[b]			
Installation		Indoor or outdoor			
Cooling type		ONAN			
Max. altitude above sea level[a]		4,500 m			
Short-circuit impedance at 75 °C		8%[a]			
General features		Terminal board for primary voltage adjustment, lifting lugs, earthing terminal, electrostatic shield and DGPT2 / RIS relay			

20.4 CENTRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL .

En la instalación objeto del presente proyecto existen un Centro de Protección y Medida del Cliente o centro de Conexión con las siguientes características, ajustándose a la normativa particular de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U.

- Envolvente monobloque de hormigón tipo caseta (s/norma IEC 62271-202), de instalación en superficie y maniobra interior PFU-5 / 24kV, de dimensiones exteriores de 6.080 mm de largo por 2.380 mm de fondo por 2.585 mm de altura vista.

- 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.

- 1 Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-P o similar, 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. Incluye 3 transformadores de tensión.

- 1 Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOSMOS-V o similar, aislamiento integral en SF6, Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. equipada con:
  - interruptor automático de corte en vacío (cat. E2 s/IEC 62271- 100), con mando motor.
  - Seccionador de tres posiciones (cat. E2 s/IEC 62271-102), conexión-seccionamiento-puesta a tierra, con mando manual
  - Relé de protección digital multifunción comunicable ekorRPS-DD o similar, indicador presencia tensión, tres transformadores de tensión y Sensores de intensidad.
  - 1 Equipo cargador - rectificador + baterias modelo ekor.UCB o similar

- 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 de triple secundario y 3 transformadores de intensidad (verificados).

  Se instalarán en la celda de medida de MT un juego de tres transformadores de tensión monofásicos con doble secundario con propósito de medida fiscal y protección, según las siguientes características: 16.500 :√3 / 110:√3 - 110:3 voltios.

  - 1er devanado: Estrella — 20 VA Cl. 0,2 — Medida fiscal
  - 2º devanado: Triángulo abierto — 30 VA 3P — Protección (ferroresonancia)

Para prevenir la aparición de ferroresonancia debe cargarse con una resistencia de 25 Ohmios 800 W el secundario con propósito de protección en triángulo abierto.

Adicionalmente en esta celda de medida, se instalarán un juego de tres transformadores de intensidad con propósito de medida fiscal, con las siguientes características:

- Intensidad primaria: 2000A
- Intensidad secundaria: 5 A.
- Medida (facturación): Estrella 10 VA Cl. 0,2s

- 1 Armario de resistencias de carga para cargar el secundario de medida de facturación del transformador de tensión como mínimo al 50 % de su potencia nominal.

- 1 Armario Contadores según normativa de compañía.

- 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.

- 1 Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-P o similar, 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. Incluye 3 transformadores de tensión.

- Transformador trifásico de distribución de 50 kVA - 20kV/B2 UNE Ecodiseño, 50 Hz para instalación en interior o exterior (s/ IEC 60076-1), hermético de llenado integral. Refrigeración natural en aceite mineral (s/ IEC60296).

- Cuadro de Baja tensión tipo CBTA con envolvente de doble aislamiento de dimensiones aproximadas (alto, ancho, fondo) 406 x 257 x 147 mm, con interruptor manual de corte en carga, 1 salida, 160A. Incluye control standard y enclavamiento BT.

Este centro tendrá acceso libre, directo y permanente desde la vía pública mediante camino público y camino de servidumbre dejado para ese uso en la parcela donde se ubicará la planta. El acceso a al CPMC se realizará a través de un camino público existente, con referencia catastral 28029A00609009, que conecta con la carretera **nacional N-I en el punto kilométrico 52+900,** aproximadamente. Se define ese acceso en los planos anexos.

Se garantizará al menos el 50% de la carga de precisión del secundario de medida. Si fuese necesario se instalarán cargas artificiales en una caja independiente lo más cercana posible a los transformadores.

20.4.1 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 de ejecución de la planta fotovoltaica cumple con lo especificado en dicho apartado de ITC-RAT 09 con las siguientes protecciones instaladas y las cuales se detallan en el Anexo 3 de este proyecto:

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.

20.5 CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

En la instalación objeto del presente proyecto existe un Centro de Seccionamiento que recogerá la línea de Media tensión de la planta fotovoltaica y del que saldrá la línea de evacuación hasta el punto de conexión.

El Centro de Seccionamiento objeto del presente proyecto 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.

El Centro de Seccionamiento será del tipo Ormazabal CMS.21 o similar. Es un centro prefabricado de maniobra con envolvente prefabricada de hormigón monobloque, para instalación en superficie y de maniobra exterior. Es construido en serie, ensayado, equipado, suministrado y transportado desde fábrica como una unidad.

Está diseñado siguiendo los requerimientos de las normas IEC 62271-200 e IEC 62271-202, para instalación en redes de distribución eléctricas para una tensión asignada de la red (Us) de hasta 24 kV en corriente alterna trifásica.

Envolvente prefabricada de hormigón.

- Construcción prefabricada monobloque de hormigón con un hueco útil de puerta de dimensiones 2.355 mm de largo por 1.370 mm de fondo por 1.920 mm de altura vista.
- Cubierta amovible prefabricada de hormigón.
- Puerta de dos hojas de dimensiones 1245x720 mm, cada una de ellas, con un dispositivo que permite su fijación a 90º y 180º. Dispone de un portadocumentos donde se encuentra la documentación relativa al Centro de Maniobra.
- Ventana lateral para el acceso a la unidad de transformación de Tensión. Esta ventana está cubierta por una tapa ciega desmontable mediante un pestillo accesible desde el interior de la envolvente.
- Rejilla perimetral superior para facilitar la ventilación natural.
- Seis orificios de entrada/salida de cables de 160 mm de diámetro en la parte frontal, dos en la zona izquierda y cuatro en la zona derecha. Además de éstos dispone en cada lateral de otro orificio de 160 mm de diámetro.
- Orificio de 140 mm de diámetro en la pared lateral derecha para la entrada de una acometida auxiliar. Dispone de una tapa que mantiene el grado de protección y solo se desbloquea desde el interior de la envolvente.
- Punto de conexión de la puesta a tierra de protección tanto del equipo eléctrico, como de la envolvente, situado en el interior de la pared lateral izquierda de la envolvente.
- Carriles de fijación para el montaje del equipo eléctrico.

Aparamenta de media tensión

El Centro de Seccionamiento está equipado con aparamenta bajo envolvente metálica de aislamiento en gas para corriente alterna con tensiones asignadas hasta 24 kV.

La aparamenta de MT, utilizada en el Centro de Maniobra y Seccionamiento, está compuesta por 3 Funciones de Línea y 1 de Protección con ruptofusible, corte y asilamiento integral en SF6. El Centro de Maniobra presenta la siguiente configuración:

- 1 Celda compacta 3L1P para Telemando según norma Iberdrola 3L1A-F-SF6-24-13/15/20 TELE (código 504222/3/4), 3 funciones de línea, 1 de protección con ruptofusible, con trafo de SSAA, modelo CGMCOSMOS-3L1P, 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.
    - 1P - 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.
- Armario de Control Integrado sobre celda tipo ekorUCT tipo ACC STAR, que incluye controlador ekorCCP, rectificador batería, cajón de control y conexionado.

Cuando se trate de un equipo eléctrico telecontrolado, el mecanismo de maniobra utilizado en las diferentes configuraciones de celdas del sistema CGMCOSMOS, será motorizado.

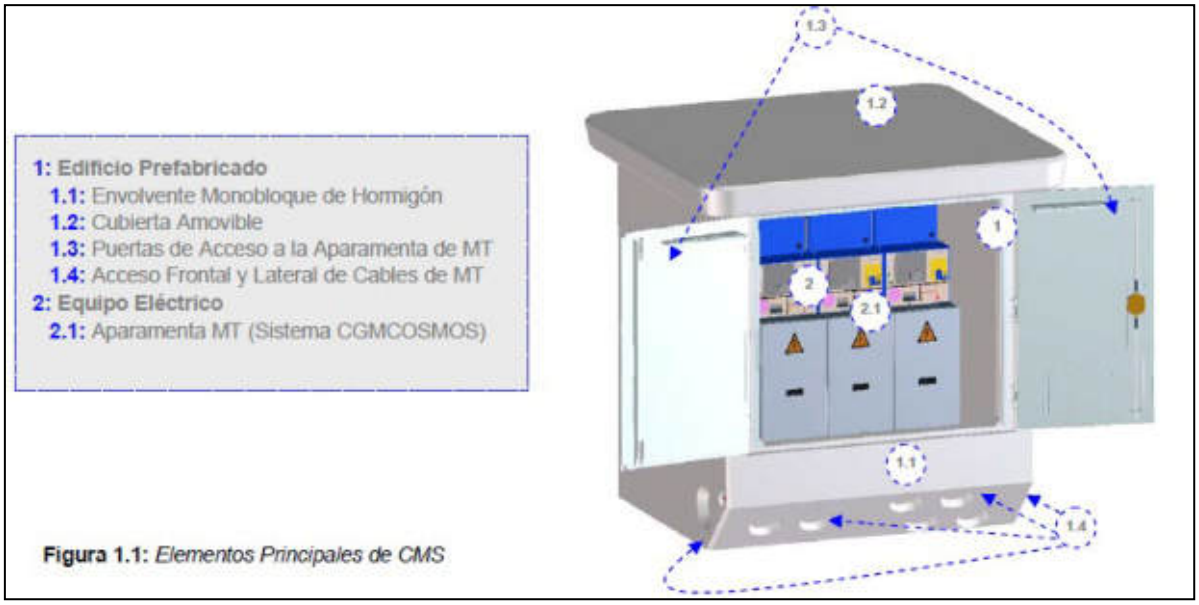


Figura 1.1: *Elementos Principales de CMS*

20.6 MEDIDA.

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 la vía pública, se realizará desde un acceso privado de nueva construcción que comunica la planta con un camino público existente, con referencia catastral 28029A00609004, que conecta con la carretera **nacional N-I en el punto kilométrico 52**, y camino de servidumbre dejado para ese uso en la parcela donde se ubicará la planta. Se define ese acceso en los planos anexos.

20.7 LÍNEA DE EVACUACIÓN E INTERCONEXIÓN

Las líneas de evacuación e interconexión comprenderán la instalación de conducción eléctrica subterránea a 20 kV que conducirá la energía generada desde la planta solar hasta la red de distribución existente.

El punto de conexión en la red de distribución se sitúa en la línea de media tensión a 20 kV de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U..

La línea de evacuación se ha propuesto de tipo subterránea teniendo en cuenta el DECRETO 131/1997, DE 16 DE OCTUBRE (COMUNIDAD DE MADRID) POR EL QUE SE FIJAN LOS REQUISITOS QUE HAN DE CUMPLIR LAS ACTUACIONES URBANÍSTICAS EN RELACIÓN CON LAS INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS. (10/6/01), el cual indica los siguientes artículos, entre otros:

- *Artículo 1*
  Para la aprobación de toda nueva actuación de desarrollo urbanístico será requisito indispensable que las redes de alta y baja tensión de la infraestructura eléctrica proyectada para el suministro de dicha actuación, contemple su realización en subterráneo, dentro del documento de aprobación y en el curso de la ejecución de la urbanización, salvo que discurran por los pasillos eléctricos definidos en el plan de actuación.
- *Artículo 4*
  Las líneas aéreas existentes que no se encuentren en la red de pasillos existentes o de nueva creación, se irán trasladando a dichos pasillos o se pasarán a subterráneas, siguiendo un plan de etapas a establecer por las Administraciones competentes, oídos los titulares de las líneas.

Línea de evacuación. Conecta el Centro de Protección, Medida y Control (CPMC) con el Centro de Seccionamiento (CS). El tramo de **longitud total de 555 metros** aproximadamente, discurrirá fuera de la instalación fotovoltaica, a su salida de Centro de Protección, Medida y Control (CPMC) hasta llegar al Centro de Seccionamiento después. Las longitudes y la identificación de las parcelas se encuentran detallados en el punto RBDA de esta memoria. La línea será de **Simple Circuito**.

Línea de Interconexión. Conectará el Centro de Seccionamiento (CS) con el Punto de Conexión. El tramo con una **longitud total de 12 metros** aproximadamente, discurrirá fuera de la instalación fotovoltaica, desde el Centro de Seccionamiento hasta donde se encuentra el Punto de Conexión con la compañía eléctrica. Las longitudes y la identificación de las parcelas se encuentran detallados en el punto RBDA de esta memoria. La línea será de **Doble Circuito** para realizar la conexión Entrada/Salida

Ambas líneas tendrán carácter subterráneo, disponiéndose la línea eléctrica canalizada en una zanja de 1 m de profundidad y 0,40 m de ancho que será recubierta de arena y tierra de la excavación.

CABLEADO.

Los cables a suministrar para la línea de evacuación e interconexión deberán ser adecuados para instalarse enterrados bajo tubo, también podrán ser instalados directamente enterrados de acuerdo con la normativa aplicable. Los cables diseñados para ambas líneas serna los siguientes:

- Línea de evacuación: **Al RHZ1 12/20 KV de sección 3 x (1 x 150) mm^2**
- Línea de interconexión: **Al RHZ1 12/20 KV de sección 3 x (1 x 400) mm^2**

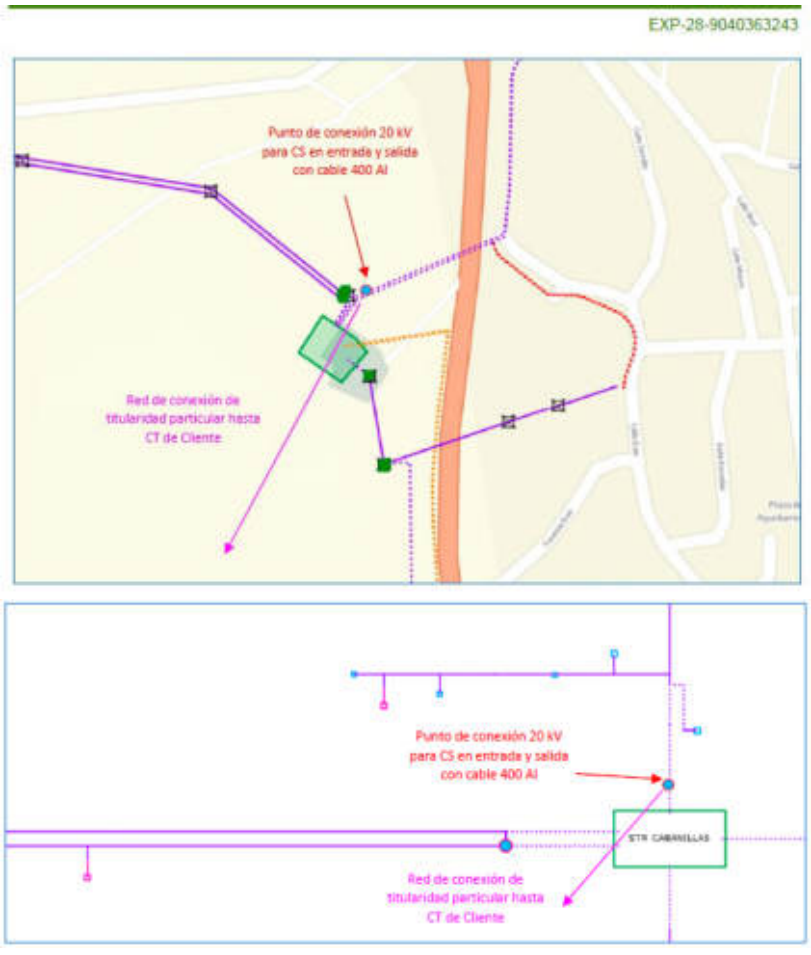
Y ambos presentarán las siguientes características.

- Conductor: ..... hilos de aluminio electrolítico
- Sección: ..... Varias según indicaciones en cada esquema
- Flexibilidad: .....Semirrígido Clase 2
- Tipo .....Unipolar de varios hilos
- Temperatura máxima de servicio: ..... 105ºC (cortocircuito 250ºC máximo 5s)
- Temperatura mínima de servicio: ..... -15ºC
- Semiconductora interna: material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor
- Material de aislamiento: .....Polietileno Reticulado (XLPE)
- Tensión nominal: .....20 kV
- Tensión de aislamiento: 12/20kV
- Semiconductora externa: ..... material semiconductor aplicado sobre el aislamiento
- Pantalla metálica:.....corona de alambres de cobre y contraespira de cobre de sección total 16mm2
- Separador: ..... Cinta de poliéster
- Material de cubierta: .....Poliolefina libre de halógenos
- Resistencia a las condiciones climatológicas:
  - Alta resistencia al frio.
  - Alta resistencia a los rayos UVA.
  - Alta resistencia a la absorción de agua.
- Características a presentar en la combustión:
  - No propagación de la llama.
  - Reducida emisión de halógenos.
- Otras características:
  - Alta resistencia a la abrasión y desgarro
  - Vida útil no inferior a 25 años
  - Color: Rojo

21 PUNTO DE CONEXIÓN A RED.

La conexión de toda la planta fotovoltaica de 4,911 MW a la red de distribución de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. se realizará a través de la línea existente de 20kV cercana a la parcela donde se ubicará la planta fotovoltaica. Concretamente:

- Línea: **línea 4 - LA CABRERA de 20 kV**
- Subestación: **STR CABANILLAS (20 kV)**
- Nudo de transporte: **TRES CANTOS (220 kV)**.
- Tipo de acometida: **Entrada/Salida**
- Observaciones: La conexión se efectuará en el tramo de línea comprendido entre STR Cabanillas y secc. M.10963, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento telemandado en dicha línea mediante una entrada/salida, con código de identificador único 7873889 y coordenadas en el sistema ETRS 89 (HUSO 30): [447010,92659459723 ; 4519028,4377965685



Para la interconexión de la planta con la línea de distribución, se instalará un Centro de Seccionamiento (SC), 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.

Los elementos de interconexión serán acordes con la normativa vigente de 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.

A continuación, se incluye el documento de las condiciones del punto de conexión. Para estas condiciones, el promotor ha solicitado la actualización de la ubicación a i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. para que ésta cosrreponda con la ubicación exacta definida en este proyecto.

i-DE
Grupo IBERDROLA

viernes, 1 de octubre de 2021

EXP-28-9040363243

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE ACCESO Y CONEXIÓN

Solicitante: NEXER SOLAR, S.L. (CIF: B88236096)
Instalación: PF Calera
Localización: Guadalix De La Sierra (Madrid)
CUPS: ES0021000041651637ZZ
Capacidad de acceso Solicitada: 4.999 kW
Capacidad de acceso Propuesta: 4.999 kW
Potencias: 6.078 kW en paneles FV / 4.999 kW en inversores
Potencia Instalada:4.999 kW
Fecha informe: 01/10/2021
Referencia: EXP-28-9040363243

Identificación de las garantías económicas constituidas ante la Administración correspondiente relacionadas con el proyecto al que se otorga el permiso que constan en los sistemas de i-DE a la fecha del presente documento:

- Fecha/hora de remisión a la Administración competente del resguardo acreditativo de la garantía económica: 23/08/2021 0:00:00
- Importe de la garantía económica presentada: 199.960,00 €

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 fotovoltaica de 4.999 kW instalados, en el término municipal de Guadalix De La Sierra (Madrid), con punto de conexión solicitado por el cliente en nudo con código de identificador único 7873889, a la tensión de 20 kV.

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: [445104,8043515734 ; 4516027,999802385] 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 4 - LA CABRERA de 20 kV de la STR CABANILLAS (20 kV), en el tramo de línea comprendido entre STR Cabanillas y secc. M.10963, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento telemandado en dicha línea mediante una entrada/salida, con código de identificador único 7873889 y coordenadas en el sistema ETRS 89 (HUSO 30): [447010,92659459723 ; 4519028,4377965685]

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

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.249, CIF A-95075578

i-DE
Grupo IBERDROLA

viernes, 1 de octubre de 2021

EXP-28-9040363243

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 4 - LA CABRERA de 20 kV para permitir la conexión de las nuevas instalaciones a la red de I-DE, consintientes en:

  Realización de empalmes en la línea subterránea 4 - LA CABRERA para integrar en entrada-salida el nuevo centro de Seccionamiento telemandado.

- Modificaciones y ajustes necesarios, si procede, en los elementos de la línea 4 - LA CABRERA de 20 kV / STR CABANILLAS (20 kV) 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 400 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

2 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

viernes, 1 de octubre de 2021

EXP-28-9040363243

- Construcción de un centro de seccionamiento independiente y telemandado, que realice entrada y salida en el tramo comprendido entre STR Cabanillas y secc. M.10963 de la línea 4 - LA CABRERA, de la STR CABANILLAS (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 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 a 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, 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 punto de conexión hasta la instalación del cliente que quedará de propiedad particular, siendo propiedad del cliente a partir de los terminales del cable subterráneo derivado de la posición de la subestación, 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

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia, t. 5217, f.78, 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

Por la naturaleza del terreno y la tecnología utilizada, el terreno no tendrá ninguna modificación significativa. Solo se realizará trabajos leves para acondicionar la zona de entrada y las zonas de los Centros de Transformación, eliminado la capa vegetal.

No existirán movimientos de tierra significativos. Los movimientos de tierra previstos pueden verse en el plano *1105-O-DRW-00-OBRA CIVIL*.

22.2 ACCESOS Y VIALES INTERNOS

El acceso principal a la planta se realizará a través de un camino público existente, con referencia catastral 28029A00609009, que conecta con la carretera **nacional N-I en el punto kilométrico 52+900,** aproximadamente.

En los viales se construirá una cuneta de sección transversal no revestida que desaguará hacia las líneas de drenaje natural, para evitar la circulación de aguas sobre el firme de los caminos de la planta y captar la escorrentía del terreno.

El acceso a la planta se realizará mediante un acceso privado de nueva construcción y una plataforma de zahorra o árido similar donde se ubicará la entrada al recinto de la instalación fotovoltaica, los Centros de Transformación (CT); además se realizará una plataforma de zahorra en el lugar de ubicación del Centro de Protección, Medida y Control (CPMC) y del Centro de Seccionamiento (CS).

Se procederá a su ejecución minimizando al máximo los movimientos de tierras y la topografía natural del terreno.

RESUMEN MOVIMIENTO DE TIERRAS	
Volumen desmonte (Power Station, estructuras)l	1.600 m^3
Volumen terraplen (Power Station, estructuras)l	1.600 m^3

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: 10 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	3234 m2
Volumen tierra vegetal	325 m3
Volumen grava compactada	650 m3

Estás secciones junto con sus detalles se pueden ver en el plano *1105-O-DRW-00-OBRA CIVIL*.

22.3 ZANJAS PARA CABLES

El tipo de canalizaciones a realizar para el tendido de las líneas de MT en el interior de la PFV, 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 cuadros de combinación de strings (SCB) será enterrado y dirigido al Inversor, situado en los Centros de Transformación, correspondiente según proyecto. Desde los Centros de Transformación e igualmente bajo tierra, se dirigirá hacia el edificio del Centro de Protección, Medida y Control (CPMC), mediante zanjas.

El tipo de instalación será como sigue:

BT (Instalaciones internas de la PFV):

- Bajo tubo para comunicaciones y desde los strings, que vayan bajo tierra a los inversores.
- Directamente enterrada desde los inversores al Centros de Transformación.

MT (20kV):

- Enterrada bajo tubo en el interior de la instalación de las PFVs. 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-DETALLES DE ZANJAS*. Asimismo, la planta de las diferentes canalizaciones se puede observar en el plano *1120-CV-ZANJAS LAYOUT*.

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.

22.4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT) (CIMENTACIÓN)

El CT previsto en la planta solar fotovoltaica 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 que se posicionará sobre una cimentación adecuada, según las recomendaciones del fabricante.

Dicho edificio 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 de los Centros de Transformación, remitirse a la parte correspondiente del plano 1155-O-DRW-00-CENTRO TRANSFORMACION.

22.5 VALLADO PERIMETRAL

Se procederá al vallado de todo el contorno de la planta solar fotovoltaica mediante vallado (plano 1110-O-DRW-00-VALLADO Y PUERTA).

El vallado cumplirá en todo momento con las leyes vigentes, por el que se regulan las condiciones para la instalación, modificación y reposición de cerramientos cinegéticos y no cinegéticos en la comunidad autónoma de Madrid, 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 15x15 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

LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN INTERNA DE LA PLANTA. OCUPACIÓN DE CAMINO PÚBLICO.

La línea interna subterránea de media tensión 20kV que conecta los Centros de Transformación (CT), ocupará parcialmente una zona del camino público con referencia catastral 28029A00609009 perteneciente al T.M: de Cabanillas de la Sierra (Madrid).

Esta ocupación permanente se realizará según las condiciones técnicas del ayuntamiento de Cabanillas de la Sierra.

En el plano *1048-G-DRW-00-AFECCION-AYUNTAMIENTO* de este proyecto se indica los detalles de la canalización que afectara al camino anteriormente indicado

La ejecución de los trabajos se realizará con previo aviso al ayuntamiento y con las medidas de seguridad obligatorias según normativa vigente, reduciendo al máximo el tiempo de duración del corte del tránsito por dicho camino. Si la ejecución se demorara en el tiempo se realizará las acciones provisionales para restablecer el paso circulatorio por el camino.

PARALELISMO DEL VALLADO Y ESTRUCTURAS CON CAMINO PÚBLICO.

La planta solar fotovoltaica se encuentra localizada en las proximidades del camino público con referencia 28029A00609009.

Las distancias respetadas en este proyecto para la ubicación del vallado, la construcción de los edificios eléctricos y la instalación de la estructura fotovoltaica respetan las distancias expuestas en las ordenanzas del municipio Cabanillas de la Sierra.

Las distancias que se han tomado se pueden consultar en el plano *1048-G-DRW-00-AFECCION-AYUNTAMIENTO* siendo estas:

- Vallado. 5 metros desde el borde del camino.
- Edificaciones (Edificios eléctricos y estructura fotovoltaica). 10 metros desde el borde del camino.

PARALELISMO DEL VALLADO Y ESTRUCTURAS CON REGUERO O ARROYO.

La planta solar fotovoltaica se encuentra localizada en la zona de afección del arroyo o reguero identificado catastralmente con la referencia 28029A006090070000WF

Las distancias respetadas en este proyecto para la ubicación del vallado, la construcción de los edificios eléctricos y la instalación de la estructura fotovoltaica respetan las distancias de Dominio Público Hidráulico y Servidumbre del arroyo. Pero tanto el vallado como las estructuras solares afectan la zona de policía de dicho arroyo.

Las distancias que se han tomado se pueden consultar en el plano *1049-G-DRW-00-AFECCION-CONFEDERACION.*

PARALELISMO DE LAS ESTRUCTURAS CON CARRETERA NACIONAL N-I.

La planta solar fotovoltaica se encuentra localizada en las proximidades de carretera **nacional N-I en el punto kilométrico 52+900,** aproximadamente -.

Las distancias respetadas en este proyecto para la construcción de los edificios eléctricos y la instalación de la estructura fotovoltaica son de 78 metros en su punto más cercano a la arista exterior de la carretera, cumpliendo con las distancias mínimas exigidas.

Las distancias que se han tomado se pueden consultar en el plano *1046-G-DRW-00-AFECCION CARRETERA*

PARALELISMO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO CON LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA EXISTENTE EN LA PARCELA.

En la parcela donde se ubicará la planta fotovoltaica existe una línea aérea eléctrica propiedad de Iberdrola. Esta línea tiene conecta con la subestación STR Cabanillas

Las distancias que se han considerado en el proyecto de ejecución desde las estructuras fotovoltaicas hasta dicha línea son las siguientes:

- **DISTANCIA LIBRE DESDE LA ESTRUCTURA AL EJE DE LA LÍNEA: 10 METROS**.

La distancia libre es de 12,5 metros al eje de la línea (franja de 25 metros)

DISTANCIA LIBRE (desde eje) = SERVIDUMBRE DE VUELO + LIMITACIÓN A EDIFICACIONES =
$3{,}5m+(3{,}2+D_{el}) = 3{,}5m+(9m) = 10m$

donde:

- **SERVIDUMBRE DE VUELO**. La servidumbre de vuelo para las líneas áreas con conductores desnudos se define coma la franja de terreno determinada por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerando estos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables; es decir, en su posición de máxima desviación sometidos a la acción de su propio peso y a su sobrecarga de viento para una velocidad de 120 km/h a la temperatura de +-15°C (apartado 5.12 de ITC-LAT 7).

  En este caso, esa servidumbre corresponde una franja de 7 metros (3,5 metros a cada lado del eje de la línea).

- **LIMITACIÓN A PUNTOS NO ACCESIBLES, EDIFICIOS E INSTALACIONES INDUSTRIALES.**
  D**istancia externa de la línea** (D_{el}) queda fijada por la siguiente tabla 15 (apartado 5.2 de ITC-LAT 7)

Tabla 15. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Tensión más elevada de la red U_N (kV)	Del (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,09	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,15	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,60	3,20

  Siendo en nuestro caso la distancia de 0,22m por ser una línea de 20kV.

  Prohibición de construcciones. La amplitud de la franja es igual en el caso de cables desnudos (apartada 5.12.2 de ITC-LAT 7) o aislados (apartado 6.13.2 de ITC-LAT 8).

  La prohibición se aplicará a una Franja definida por la servidumbre de vuelo ampliada en 3.2m + D_{el} (con un mínimo de 5m).

  En nuestro caso, dicha amplitud se ha considerado mayor que al mínimo indicado, tomando una distancia de 9 metros desde cada lado de la servidumbre de vuelo.

De este modo obtenemos una a franja libre de 25 metros. 12,5m a cada lado del eje de la línea eléctrica.

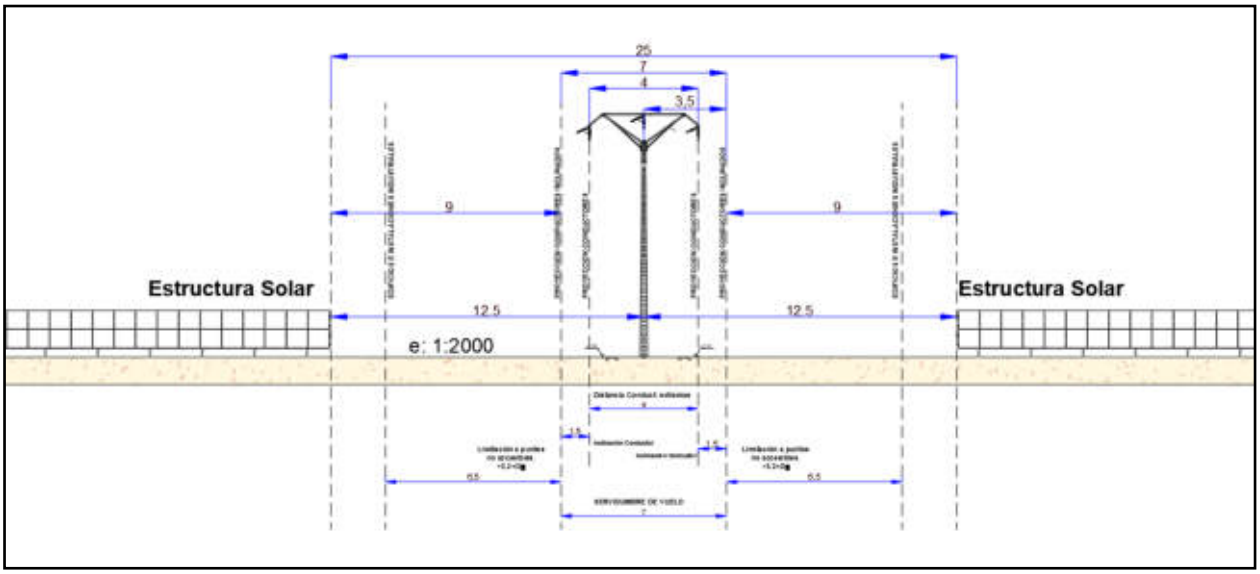


Imagen del plano 1045-GE

24 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.

24.1.1 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 y detección de fallos o alteración en los distintos componentes de la planta fotovoltaica.

Este sistema estará compuesto por un módulo de adquisición de datos, sensores de temperatura y radiación, 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 del generador (energía, potencia, radiación, 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 del Parque, 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 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.

En cualquier caso, el sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.

- Frecuencia de Red.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Temperatura de los módulos.
- Potencia total entregada a la Red.
- Potencia Total del parque.
- Energía total entregada.
- Ratio kWh/kWp.
- Performance Ratio

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

24.1.2 INFRAESTRUCTURAS DE COMUNICACIONES.

Dentro del Parque Fotovoltaico 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.

24.1.3 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 fotovoltaico 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.

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 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 se instale el sistema y donde se ubicarán todos los sistemas del mismo y desde el cual se alimentarán 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 ESTACIÓN METEOROLÓGICA.

Se instalará una estación meteorológica en las proximidades del edificio donde se ubiquen los cuadros de comunicaciones y el SCADA.

La estación instalada contará con los siguientes elementos:

- Logger de adquisición y almacenamiento de datos modelo con suficientes entradas analógicas para los distintos sensores, entradas digitales, salidas digitales y canales de pulso de 16 bits para lecturas de elementos con salidas por pulsos.
- La estación estará dotada de un sistema autónomo mediante panel fotovoltaico para alimentación de la misma en caso de ausencia de alimentación de la red eléctrica. Así mismo contará con una tarjeta SIM para comunicación GPRS además de contar con un módulo para comunicaciones con el sistema de monitorización de la planta.
- Sistema de comunicación compatible con el sistema de control de la planta. Paralelamente el sistema permitirá la descarga manual de los datos almacenados en el logger en caso de fallo del sistema de comunicaciones.
- Instrumentación:
    - 1 piranómetro de segunda clase según la clasificación de la ISO-9060 deberá tener siempre la misma inclinación y orientación que los paneles
    - 1 piranómetro de primera clase según la clasificación de la ISO-9060 instalado en el plano horizontal
    - sondas de temperatura de la célula
    - Termómetro para medición de temperatura ambiente para aplicación meteorológica.
    - Anemómetro para medición de velocidad de viento
    - Sensor de temperatura y humedad del aire
    - Adicionalmente se instalarán células de tecnología equivalente para registro de la radiación, que tendrán la misma inclinación y orientación que los módulos, éstas se ubicarán en diversos puntos de la instalación.

27 OPERACIÓN DE LA PLANTA

Gracias al control monitorizado del sistema, la operación se limitará al seguimiento de la producción (que tendrá que ser similar a la estimación de producción) que se podrá visualizar en el monitor o contador existente a tal efecto.

Los inversores de la instalación permiten la comunicación vía RS-485 con cualquier usuario a través de tecnología GSM o GPRS. Cualquier incidencia quedará registrada una vez se pasen los datos en el ordenador (en caso de la instalación de la interface de captura de datos).

El sistema de control prevé la conexión a un dispositivo externo (como una alarma) con tal de avisar en caso de fallo del sistema o pérdidas de energía.

28 MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

28.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El plan de mantenimiento preventivo está constituido por las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita semestral a la instalación. Se realizará un informe técnico en cada visita donde se reflejarán todos los controles y verificaciones realizados y si hay alguna incidencia.

Las instalaciones fotovoltaicas tienen dos partes claramente diferenciadas:
1. El conjunto de los paneles e inversores, que transforman la radiación solar en energía eléctrica, constituyendo en definitiva una planta de potencia de generación eléctrica.
2. El conjunto de equipos de la interconexión y protección, que permiten que la energía alterna tenga las características adecuadas según las normativas vigentes, y la protección de las personas y las instalaciones.

El mantenimiento de los equipos electrónicos viene especificado por el fabricante.

En el planteamiento del servicio de mantenimiento de las instalaciones el instalador debe considerar los siguientes puntos:

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones a realizar por el servicio técnico y las que han de realizar el encargado de la instalación.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento.
- El contrato de mantenimiento y la garantía de los equipos.

- Las operaciones de mantenimiento, pueden ser de dos tipos muy diferenciados. Por un lado, tenemos la revisión del estado de operatividad de los equipos, conexiones y cableado, incluyendo aspectos mecánicos, eléctricos y de limpieza; y por otro, el control y calibración de los inversores.
- Los procedimientos de mantenimiento, y la frecuencia de estos serán reflejados en el libro de mantenimiento de la instalación.

Los paneles fotovoltaicos requieren muy poco mantenimiento, por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. Su mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles. La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del panel reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por las sombras. El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento. La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los paneles.
- La operación de limpieza debe ser realizada en general por el personal encargado del mantenimiento de la instalación, y consiste simplemente en el lavado de los paneles con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua no se acumule sobre el panel.
- La inspección visual del panel tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:
    - Posible rotura del cristal: normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje. Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.
    - El adecuado estado de la estructura portante frente a corrosión.
    - La no existencia de sombras con afección al campo fotovoltaico, producidas por el crecimiento de vegetación en los alrededores.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado. Se procederá a efectuar las siguientes operaciones:
    - Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
    - Comprobación de la estanquidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales. En el caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado da la caja de terminales, utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

- El mantenimiento del sistema de regulación y control difiere especialmente de las operaciones normales en equipos electrónicos. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:
    - Observación visual del estado y funcionamiento del equipo. La observación visual permite detectar generalmente su mal funcionamiento, ya que éste se traduce en un comportamiento muy anormal: frecuentes actuaciones del equipo, avisadores, luces, etc. En la inspección se debe comprobar también las posibles corrosiones y aprietes de bornes. Comprobación del conexionado y cableado de los equipos. Se procederá de forma similar que, en los paneles, revisando todas las conexiones y juntas de los equipos.
    - Comprobación del tarado de la tensión de ajuste a la temperatura ambiente, que les indicaciones sean correctas.
    - Toma de valores: Registro de los amperios-hora generados y consumidos en la instalación, horas de trabajo, ...
- El mantenimiento de las puestas a tierra: cuando se utiliza un método de protección que incluye la puesta a tierra, se ha de tener en cuenta que el valor de la resistencia de tierra, varía durante el año. Esta variación es debida a la destrucción corrosiva de los electrodos, aumento de la resistividad del terreno, aflojamiento, corrosión, polvo, etc., a las uniones de las líneas de tierra, rotura de las líneas de tierra... Estas variaciones de la resistencia condicionan el control de la instalación para asegurar que el sistema de protección permanezca dentro de los límites de seguridad.

El programa de mantenimiento se basa en:

- Revisiones generales periódicas para poner de manifiesto los posibles defectos que existan en la instalación.
- Eliminación de los posibles defectos que aparezcan.

Se proponen revisiones generales semestrales, a realizar las siguientes medidas:

- Comprobación visual del generador fotovoltaico: detección de módulos dañados, acumulación de suciedad, etc.
- Comprobación de las características eléctricas del generador fotovoltaico (Voc, Isc, Vmáx e Imáx en operación)
- Comprobación de los ajustes en las conexiones, del estado del cableado, cajas de conexiones y de protecciones.
- Comprobación de las características eléctricas del inversor (Vin , lin , lout , Vred , Rendimiento, fred)
- Comprobación de las protecciones de la instalación (fallo de aislamiento), así como de sus períodos de actuación.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Comprobación de la potencia instalada e inyectada a la red.
- Comprobación del sistema de monitorización.

- Medir la resistencia de tierra, realizándose en el punto de puesta a tierra.
- Medir la resistencia de cada electrodo, desconectándolo previamente de la línea de enlace a tierra.
- Medir desde todas las carcasas metálicas la resistencia total que ofrecen, tanto las líneas de tierra como la toma de tierra.

Mantenimiento de los equipos de protección: la comprobación de todos los relés ha de efectuarse cuando se proceda a la revisión de toda la instalación, siguiendo todas las especificaciones de los fabricantes de estos.

En resumen, este plan de mantenimiento preventivo incluirá las siguientes actuaciones:

- Inspección visual de los módulos, cableado, conexiones, circuitos de protección e inversor.
- Medición y comprobación de las tensiones y corrientes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas, verificando su comportamiento.
- Comprobación del normal funcionamiento del inversor.
- Comprobación de los cables y terminales, reapriete de bornes.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora, o bien por otra empresa que disponga del contrato de mantenimiento y conozca la instalación en profundidad.

En las visitas de mantenimiento preventivo se le entregará al cliente copia de las verificaciones realizadas y las incidencias acaecidas, y se firmará en el libro de mantenimiento de la instalación, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa) y la fecha de la visita.

28.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El plan de mantenimiento correctivo se refiere a todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en caso de incidencia, la cual deberá producirse dentro de los plazos establecidos en el contrato de mantenimiento, pero siempre en tiempo inferior a una semana, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

Este mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado. Este plan incluye todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se elaborará un presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que deberá ser aceptado por el cliente antes de llevar a cabo dicha tarea.

29 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los Centros de Transformación o Power Stations 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.

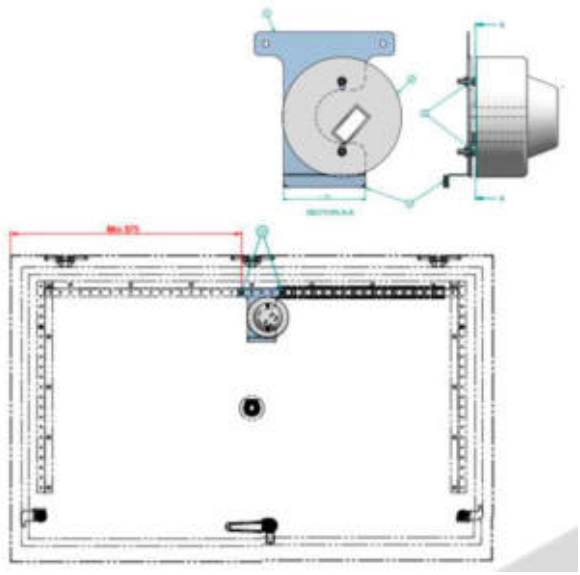
Con carácter general se adoptan las medidas siguientes:

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.

Tanto la Power Station como el inversor disponen de sistemas de prevención y actuación frente a incendios.
El inversor cuenta con un kit con detectores de incendios, si se detecta una temperatura superior a 78ºC el equipo registra una alarma y pasa a estado de paro.

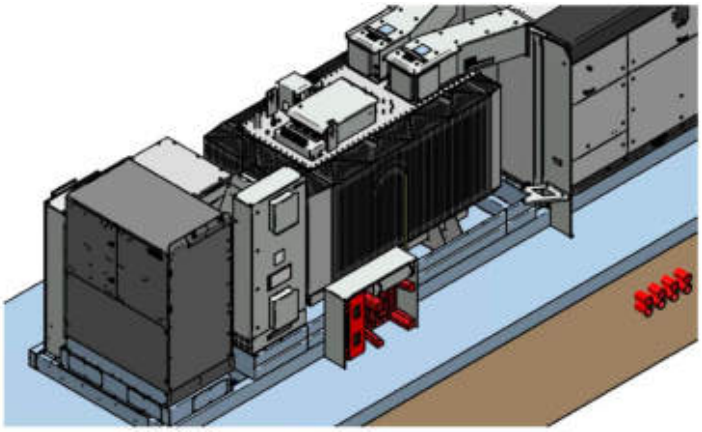
Los detectores se encuentran en la parte interior de la tapa superior del inversor.



La power station también incluirá el kit de panoplias de seguridad. Este kit ayuda a intervenir rápidamente cuando aparece un accidente eléctrico. Contiene los siguientes elementos:



E irá en un armario colocado junto al transformador según se puede observar en la siguiente imagen:



Adicionalmente indicar que se mediaran las siguientes señales para evitar posibles riesgos térmicos que deriven en fuego:

- Temperatura en las fases del inversos
- Temperatura interna en el armario del inversor
- Temperatura del transformador elevador (DGPT2)
- Temperatura del transformador de servicios auxiliares
- Nivel de SF6 en las celdas de media tensión
- Nivel de aceite del transformador elevador (DGPT2)
- Presión del aceite del transformador elevador (DGPT2)

30 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Conforme a lo dispuesto en el artículo 4 del Real Decreto 105/2008 se ha realizado el Estudio de Gestión de residuos de Construcción y Demolición que se adjunta en el ANEXO VIII. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS.

El contenido incluye:

- 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).
- Medidas para la prevención de dichos residuos.
- Operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de estos residuos.
- Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
- Pliego de Condiciones.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs y destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".

31 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

Según la legislación vigente, el proyecto PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CALERA, NO se encuentra sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria.

Para la ejecución de este proyecto se han realizado las consultas pertinentes a este organismo.

32 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece la obligatoriedad de presentar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de las siguientes circunstancias:

- Presupuesto de ejecución por contrata del proyecto igual o superior a 450.759 euros.
- Duración estimada superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 15 trabajadores.
- Volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de trabajadores en la obra, superior a 500 horas
- Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas

En la construcción de la Planta Fotovoltaica Lusitania I se dan varias de las circunstancias anteriores y por tanto en cumplimiento de la legislación vigente se adjunta el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud, en el Documento Nº5 del presente Proyecto.

33 PRESUPUESTO DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

Seguidamente se realiza un resumen de los capítulos del presupuesto.

PLANTA FV		
1	TRABAJOS PREVIOS	69.700,00 €
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	67.335,64 €
3	URBANIZACIÓN (VALLADO)	19.788,00 €
4	ESTRUCTURAS Y MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	1.972.515,43 €
5	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES	360.000,00 €
6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	189.655,20 €
7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (LINEAS INTERNAS MT)	39.120,00 €
8	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (EVACUACION Y CPMC)	82.000,00 €
9	CONTROL Y MONITORIZACIÓN	33.500,00 €
10	SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA	40.800,00 €
11	SEGURIDAD Y SALUD	14.260,00 €
12	GESTIÓN DE RESIDUOS	26.379,07 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL PLANTA FV	2.915.053,34 €
	13% GASTOS GENERALES	378.956,93 €
	6% BENEFICIO INDUSTRIAL	174.903,20 €
	PRESUPUESTO TOTAL PLANTA FV	3.468.913,47 €

INTERCONEXIÓN		
12	CENTRO DE SECCIONAMIENTO	31.000,00 €
13	LINEA DE INTERCONEXION (LÍNEA CS-PTO CONEXIÓN)	9.600,00 €
14	APOYO PARA CONEXIÓN	828,50 €
15	SEGURIDAD Y SALUD	640,00 €
16	GESTIÓN DE RESIDUOS	355,00 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL INTERCONEXIÓN	42.423,50 €
	13% GASTOS GENERALES	5.515,06 €
	6% BENEFICIO INDUSTRIAL	2.545,41 €
	PRESUPUESTO TOTAL INTERCONEXIÓN	50.483,97 €

PROYECTO COMPLETO. PLANTA FV+INTERCONEXION		
17	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	2.957.476,84 €
18	PRESUPUESTO TOTAL	3.519.397,44 €

34 PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución del proyecto se prevé en 6 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 el Documento *PLAN DE* EJECUCIÓN del proyecto.

35 CONCLUSIONES.

Con la presente memoria, y demás documentos que se acompañan y que componen el Proyecto Básico se ha descrito adecuadamente y a suficiente nivel la instalación de referencia y que configuran la planta fotovoltaica, 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.

Por otro lado, se genera energía eléctrica a través de una fuente renovable y por lo tanto es una energía limpia, lo cual añade un enorme punto fuerte de interés de difícil cuantificación.

La rentabilidad de este tipo de instalaciones es muy atractiva para captar inversión privada y a nivel global, la tendencia es a potenciarse y favorecerse.

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.

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO I. SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 OBJETO 4

2 RECURSO SOLAR 5

2.1 RADIACIÓN. 5
2.2 MODELOS BASADOS EN SATÉLITES 5
2.3 ALGORITMOS DE SOLARGIS 6
2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ENTRADAS DE SOLARGIS 7
2.5 DATOS DE RADIACIÓN 9

3 SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN 10

3.1 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA 10
3.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PRODUCCIÓN 11

1 OBJETO

El objeto es aportar al proyecto de ejecución el estudio de producción base simulado con ayuda del software de PVsyst 7.2, altamente reconocido por todos los actores que intervienen en el proceso de un proyecto fotovoltaicos.

2 RECURSO SOLAR

2.1 RADIACIÓN.

La radiación solar hace un largo viaje hasta llegar a la superficie de la Tierra. Por lo tanto, al modelizar la radiación solar, deben tenerse en cuenta diversas interacciones de la radiación solar extraterrestre con la atmósfera, la superficie y los objetos de la Tierra.

El componente que no se refleja ni se dispersa y que llega directamente a la superficie se denomina radiación directa; es el componente que produce sombras. El componente que es dispersado por la atmósfera y que llega al suelo se llama radiación difusa. La pequeña parte de la radiación reflejada por la superficie y que llega a un plano inclinado se denomina radiación reflejada. Estos tres componentes juntos crean la radiación global.

En las aplicaciones de la energía solar, los siguientes parámetros se utilizan comúnmente en la práctica:

- La radiación normal directa/irradiación (DNI) es el componente que interviene en la tecnología térmica (energía solar de concentración, CSP) y fotovoltaica de concentración (fotovoltaica de concentración, CPV).
- La irradiación/irradiancia global horizontal (GHI) es la suma de la radiación directa y difusa recibida en un plano horizontal. GHI es una radiación de referencia para la comparación de zonas climáticas; también es un parámetro esencial para el cálculo de la radiación en un plano inclinado.
- La radiación/radiancia global inclinada (GTI), o la radiación total recibida en una superficie con inclinación y acimut definidos, fija o con seguimiento solar. Es la suma de la radiación dispersa, directa y reflejada. Es una referencia para las aplicaciones fotovoltaicas (FV), y puede verse afectada ocasionalmente por la sombra.

2.2 MODELOS BASADOS EN SATÉLITES

Los modelos de irradiación solar de última generación como Solargis utilizan los datos de entrada más modernos (satelitales y atmosféricos), que son sistemáticamente controlados y validados en cuanto a su calidad. Los modelos y los datos de entrada están integrados y adaptados regionalmente para funcionar de manera fiable en una amplia gama de condiciones geográficas.

Este proceso se basa en sólidos fundamentos teóricos y muestra resultados coherentes y estables desde el punto de vista computacional. Los enfoques antiguos suelen ser menos elaborados, por lo

que no pueden alcanzar la precisión de los modelos modernos. Incluso si los modelos se basan en principios similares, las diferencias en la aplicación pueden dar lugar a resultados diferentes.

Los modelos de irradiación basados en satélites son capaces de estimar los niveles de radiación solar (niveles históricos, recientes y futuros) sin necesidad de instalar sensores terrestres en el lugar de interés. Los modelos de irradiación basados en satélites van desde los físicamente rigurosos hasta los puramente empíricos:

- Los modelos físicos intentan explicar la irradiación de la Tierra observada resolviendo las ecuaciones de transferencia de radiación. Estos modelos requieren información precisa sobre la composición de la atmósfera y también dependen de la calibración exacta de los sensores de los satélites.
- Los modelos empíricos consisten en una simple regresión entre la intensidad registrada del canal visible del satélite y una estación de medición en la superficie terrestre.
- Los modelos semiempíricos utilizan un enfoque simple de transferencia radiactiva y cierto grado de adaptación a las observaciones. Hoy en día, todos los enfoques operacionales se basan en el uso de este

2.3 ALGORITMOS DE SOLARGIS

Para los datos históricos y recientes, Solargis utiliza un modelo de radiación solar semi-empírica. Los datos de los satélites se utilizan para la identificación de las propiedades de las nubes utilizando los algoritmos más avanzados. Se consideran la mayoría de los procesos físicos de atenuación atmosférica de la radiación solar y también se utilizan algunos parámetros físicos de entrada. Por lo tanto, este enfoque es capaz de reproducir situaciones reales.

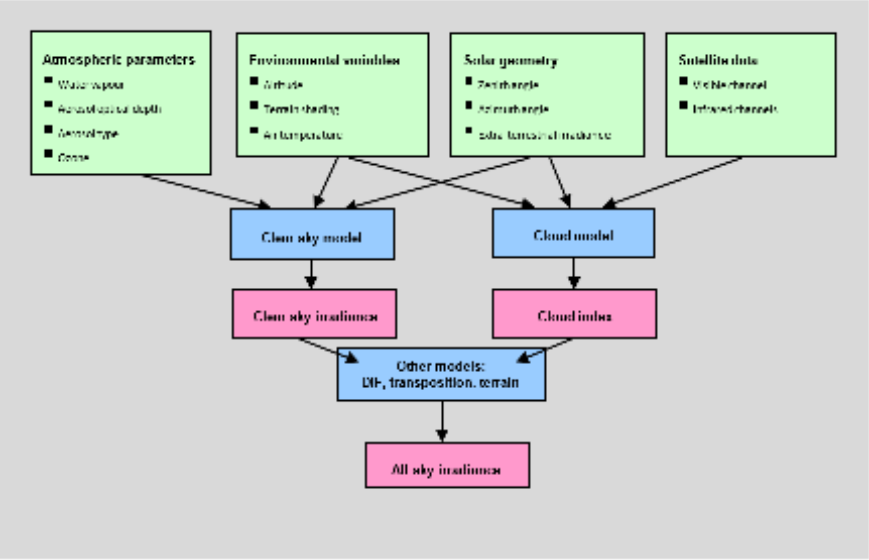
Por otra parte, se utilizan los resultados de los modelos meteorológicos numéricos operacionales (NWP) para los datos de pronóstico; en la fase de posprocesamiento, se utiliza la información calculada operacionalmente del modelo de satélite para mejorar dinámicamente la exactitud del pronóstico.

La recuperación de la radiación solar en el modelo de satélites Solargis se divide básicamente en tres etapas:

- En primer lugar, se calcula la irradiancia de cielo despejado (la irradiancia que llega a tierra con el supuesto de ausencia de nubes) utilizando el modelo de cielo despejado.
- En segundo lugar, los datos de los satélites (información de varios satélites geoestacionarios) se utilizan para cuantificar el efecto de atenuación de las nubes mediante el cálculo del índice

de nubes. La irradiancia de cielo claro se combina con el índice de nubes para recuperar la irradiancia de todo el cielo. El resultado del procedimiento es la irradiancia normal directa y la irradiancia horizontal global.

- En tercer lugar, la irradiancia normal directa y la irradiancia horizontal global se utilizan para calcular la irradiancia difusa y la irradiancia global inclinada (irradiancia en el plano de la matriz, en superficies inclinadas o de seguimiento) y/o la irradiancia corregida por los efectos de sombreado del terreno u objetos circundantes.



2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ENTRADAS DE SOLARGIS

Los datos de entrada más avanzados se utilizan en los algoritmos de Solargis. Como resultado, los datos de los satélites aseguran una cobertura temporal muy alta (más del 99% en la mayoría de las regiones). Los datos de series temporales suministrados tienen todas las lagunas cubiertas mediante algoritmos inteligentes.

El paso temporal primario de los parámetros de recursos solares es de 15 minutos para la zona del satélite MSG, 30 minutos para la zona de los satélites MFG y MTSAT, y 30 minutos (y parcialmente hasta 3 horas) para la zona del satélite GOES. Los parámetros atmosféricos (aerosoles y vapor de agua) representan datos diarios.

La resolución espacial de los datos del Meteosat, el GOES y el MTSAT considerados en el esquema de cálculo es de aproximadamente 3 km en el punto subsatelital (más detalles en el cuadro que figura a

continuación). Los resultados del modelo se remuestrean a una cuadrícula regular de 2 minutos de arco (aprox. 4x4 km) en el sistema de coordenadas geográficas WGS84.

La resolución espacial de los productos de datos se aumenta hasta 3 arcosegundos (que es de unos 90 metros en el ecuador, menos hacia los polos).

Los datos de entrada utilizados en el modelo de Solargis

Inputs	Source of input data		Spatial coverage	Time representation	Original time step	Approx. grid resolution
Atmospheric Optical Depth	MERRA-2 reanalysis	NASA	Global	1994 to 2002	Daily (calculated from 3-hourly)	55 km
	MACC-II reanalysis	ECMWF			Monthly (long-term calculated from reanalysis)	125 km
	MACC-II reanalysis			2003 to 2012	Daily (calculated from 6-hourly)	125 km
	MACC-II operational			2013 to present	Daily (calculated from 3-hourly)	125 km 85 km (since October 2015) 45 km (since June 2016)
Water vapour	CFSR	NOAA	Global	1994 to 2010	1 hour	35 km
	GFS			2011 to present	3 hours	55 km
Cloud index	Meteosat PRIME	EUMETSAT	Europe and Africa	1994 to 2004	30 minutes	3 to 4 km
				2005 to present	15 minutes	
	Meteosat IODC		South Asia, Middle East, Central Asia, and parts of East Asia	1999 to 02/2017	30 minutes	
				03/2017 to present	15 minutes	
	GOES EAST	NOAA	North America and South America	1999 to present	30 minutes	
	GOES WEST					
	MTSAT	JSA	East Asia and Western Pacific Rim Countries	2007 to 2016	30 minutes	
	Himawari			2016 to present	10 minutes	
Altitude and horizon	SRTM3	SRTM	Global	-	-	90 metres

2.5 DATOS DE RADIACIÓN

Para la ubicación de la planta, obtenemos a través de la base de SolarGIS los siguientes datos de radiación:

SOLARGIS iMaps

LONG-TERM MONTHLY AVERAGES OF SOLAR RADIATION AND AIR TEMPERATURE

Report number: IMAPS-89725-2204-278
Issued: 03 April 2022 13:24 (UTC)

Site info

Site name: Cabanillas de la Sierra
Comunidad de Madrid, España

Coordinates: **40° 48' 43.7" N, 03° 37' 44.02" W**
Elevation a.s.l.: 888 m
Slope inclination: 3°
Slope azimuth: 263° west

Location on the map: http://solargis.info/imaps/#tl=Googlecsatellite=40.8121397454,-3.62889356033=14

Geographic position



Google Maps © 2022 Google

Climate data

Month	Gh_d	Gh_m	Dh_d	Dh_m	T_{24}
Jan	2.01	62	0.76	24	2.1
Feb	3.06	86	1.07	30	3.3
Mar	4.33	134	1.48	46	6.2
Apr	5.42	163	1.98	59	8.2
May	6.28	195	2.32	72	13.4
Jun	7.43	223	2.29	69	19.1
Jul	7.74	240	1.98	61	22.7
Aug	6.69	207	1.93	60	22.0
Sep	5.01	150	1.71	51	16.6
Oct	3.37	104	1.25	39	11.2
Nov	2.22	67	0.85	26	6.2
Dec	1.78	55	0.67	21	3.3
Year	**4.62**	**1686**	**1.53**	**558**	**11.2**

Long-term averages:

Gh_d Daily sum of global horizontal irradiation (kWh/m^2)
Gh_m Monthly sum (annual) of global horizontal irradiation (kWh/m^2)
Dh_d Daily sum of diffuse horizontal irradiation (kWh/m^2)
Dh_m Monthly sum (annual) of diffuse horizontal irradiation (kWh/m^2)
T_{24} Daily (diurnal) air temperature (°C)

3 SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN

3.1 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

La estimación de la energía de producida (E) de una planta fotovoltaica durante un período específico de tiempo se lleva a cabo a través de una evaluación independiente de los siguientes parámetros:

$$E = P_P \cdot \left(\frac{I_{GEN}}{I}\right) \cdot PR \cdot D$$

- **P_P** (*Potencia Pico*): Parámetro de diseño que indica la potencia pico total de todos los módulos instalados en la Planta.
- **I_{GEN}** (*Irradiación en el plano del módulo*): La irradiación que alcanza la superficie de los módulos fotovoltaicos.
- **I***: Constante que corresponde con la irradiación en condiciones estándar[1] (STC).
- **PR** (*Performance Ratio*): Parámetro que muestra el rendimiento de un Sistema fotovoltaico.
- **D** (*Disponibilidad*): Porcentaje de tiempo en el que el sistema fotovoltaico funciona al 100%.

Se ha estimado la eficiencia de la Planta, que está representado por el PR de diseño. Merece la pena señalar que se ha modelado el diseño de la Planta con el software PVSyst versión 7.20, desarrollado por la Universidad de Ginebra. PVSyst v.7.2 ha sido utilizado teniendo en cuenta el modelo de transposición Pérez[2], y es apoyado por un método propio mediante el cual Enermat realiza un post-procesado de los resultados de PVSyst con el fin de mejorar la representatividad de los datos.

[1] *Irradiancia de 1,000 W/m2, AM 1.5G y temperatura de célula de 25°C*

[2] *Este modelo es más sofisticado que otros, como el modelo de Hay, pero requiere buenos datos de irradiación horizontal (medición correcta) y valores fiables de irradiación difusa*

3.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PRODUCCIÓN

Seguidamente se acompaña el informe completo extraído de la simulación bajo PVsyst

Versión 7.2.14

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: NEXER - CABANILLAS DE LA SIERRA

Variante: CALERA - IGT1640 - JASOLAR 610W - FIJA 25º - R04

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 6061 kWp

Cabanillas de la Sierra - España

Autor(a)

RENERIX SOLAR. SL

www.renerix.com

PVsyst V7.2.14
VC7, Fecha de simulación:
11/03/22 10:29
con v7.2.12

REPORT TO I+D ENERGIAS

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
Cabanillas de la Sierra
España

Situación

Latitud	40.81 °N
Longitud	-3.63 °W
Altitud	888 m
Zona horaria	UTC+1

Configuración del proyecto
Albedo 0.20

Datos meteo
Cabanillas de la Sierra
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red
Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Orientación campo FV
Plano fijo
Inclinación/Azimut 25 / -3 °

Sombreados cercanos
Según las cadenas
Efecto eléctrico 100 %

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Información del sistema

Conjunto FV

Núm. de módulos	9936 unidades
Pnom total	6061 kWp

Inversores

Núm. de unidades	3 unidades
Pnom total	4911 kWca
Proporción Pnom	1.234

Resumen de resultados

Energía producida	10 GWh/año	Producción específica	1646 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	84.35 %
Energía aparente	10189 MVAh				

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados 2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema. 3
Definición del horizonte 5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados 6
Resultados principales 7
Diagrama de pérdida 8
Gráficos especiales 9

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Orientación campo FV

Orientación
Plano fijo
Inclinación/Azimut 25 / -3 °

Configuración de cobertizos
Núm. de cobertizos 229 unidades
Tamaños
Espaciamiento cobertizos 8.60 m
Ancho de colector 4.95 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 57.6 %
Ángulo límite de sombreado
Ángulo límite de perfil 27.0 °

Modelos usados
Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar con difuso

Horizonte
Altura promedio 2.2 °

Sombreados cercanos
Según las cadenas
Efecto eléctrico 100 %

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Punto de inyección de red
Factor de potencia
Cos(phi) (principal) 0.980

Características del conjunto FV

Módulo FV
Fabricante JA Solar
Modelo JAM78D30-610/TB
(Definición de parámetros personalizados)
Unidad Nom. Potencia 610 Wp
Número de módulos FV 9936 unidades
Nominal (STC) 6061 kWp
Módulos 414 Cadenas x 24 En series
En cond. de funcionam. (50°C)
Pmpp 5604 kWp
U mpp 1007 V
I mpp 5567 A

Inversor
Fabricante Ingeteam
Modelo INGECON SUN 1640TL B630 IP54 H1000_ams
(Definición de parámetros personalizados)
Unidad Nom. Potencia 1637 kVA
Número de inversores 3 unidades
Potencia total 4911 kVA
Voltaje de funcionamiento 894-1300 V
Potencia máx. (=>30°C) 1637 kVA
Proporción Pnom (CC:CA) 1.23

Potencia FV total
Nominal (STC) 6061 kWp
Total 9936 módulos
Área del módulo 27774 m²
Área celular 25591 m²

Potencia total del inversor
Potencia total 4911 kVA
Número de inversores 3 unidades
Proporción Pnom 1.23

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto
Frac. de pérdida 2.0 %

Factor de pérdida térmica
Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdidas de cableado CC
Res. conjunto global 3.0 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

LID - Degradación Inducida por Luz
Frac. de pérdida 1.8 %

Pérdida de calidad módulo
Frac. de pérdida 0.0 %

Pérdidas de desajuste de módulo
Frac. de pérdida 1.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas
Frac. de pérdida 0.1 %

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.994	0.979	0.939	0.860	0.673	0.000

Pérdidas del sistema.

Pérdidas auxiliares

Proporcional a la potencia 1.5 W/kW
0.0 kW del umbral de potencia

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta transfo MV

Voltaje inversor	630 Vca tri
Frac. de pérdida	0.50 % en STC

Inversor: INGECON SUN 1640TL B630 IP54 H1000_ams

Sección cables (3 Inv.)	Cobre 3 x 3 x 1000 mm²
Longitud media de los cables	51 m

Línea MV hasta inyección

Voltaje MV	20 kV
Promedio de cada inversor	
Cables	Alu 3 x 150 mm²
Longitud	1000 m
Frac. de pérdida	0.11 % en STC

Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV

Voltaje de red	20 kV

Pérdidas operativas en STC

Potencia nominal en STC	5958 kVA
Pérdida de hierro (Conexión 24/24)	1.99 kW/Inv.
Frac. de pérdida	0.10 % en STC
Resistencia equivalente de bobinas	3 x 2.00 mΩ/inv.
Frac. de pérdida	1.00 % en STC

Definición del horizonte

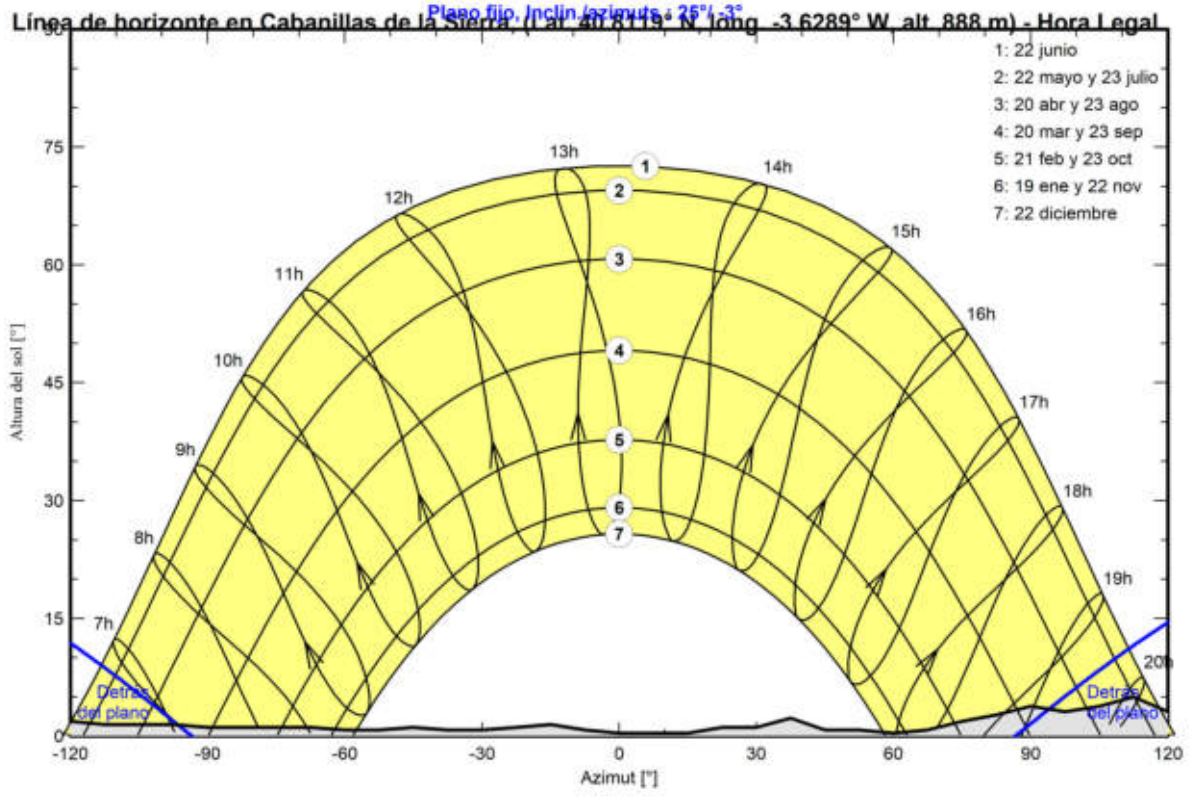
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°48"47', Long=-3°37"42', Alt=m

Altura promedio	2.2 °	Factor Albedo	0.96
Factor difuso	1.00	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-128	-120	-113	-98	-90
Altura [°]	3.8	3.8	2.7	2.3	2.3	1.5	1.5	1.9	1.5	1.5	1.1
Azimut [°]	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	15
Altura [°]	1.1	0.8	0.8	1.1	0.8	0.8	1.1	1.5	0.8	0.4	0.4
Azimut [°]	23	30	38	45	53	60	68	75	83	90	98
Altura [°]	1.1	1.1	2.3	0.8	0.8	0.4	0.8	1.9	2.7	3.8	3.1
Azimut [°]	105	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180
Altura [°]	3.8	5.0	3.1	4.2	4.6	5.3	5.7	4.6	4.2	5.0	3.8

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)



Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

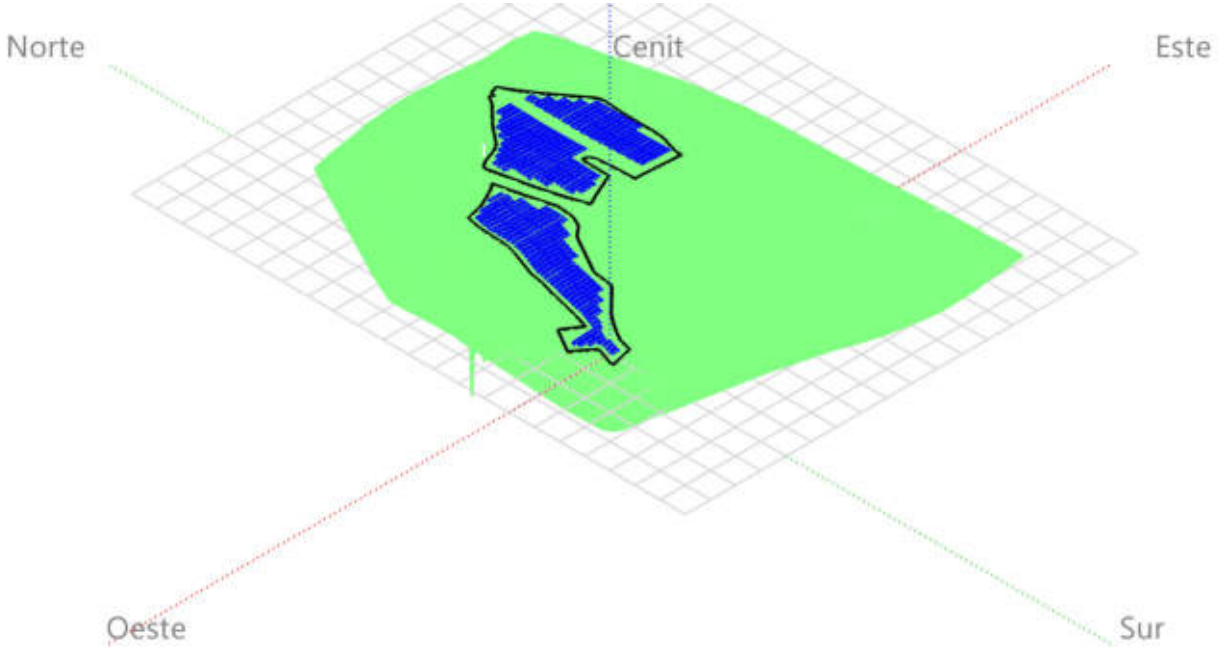
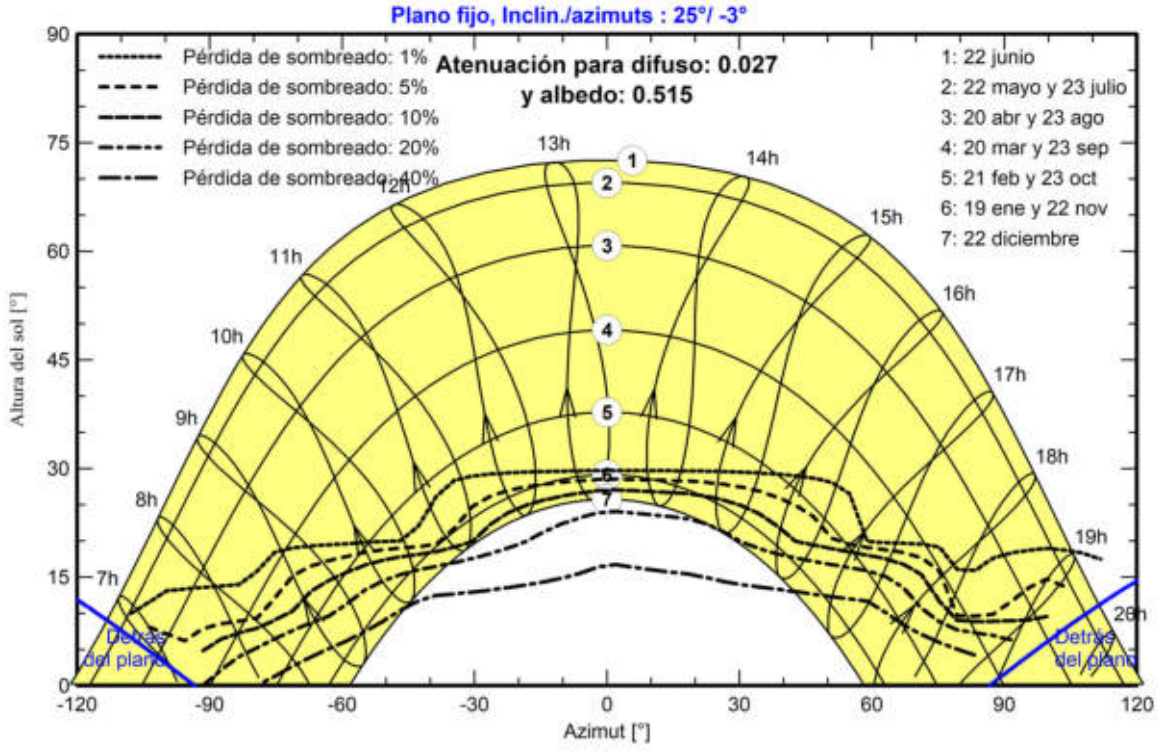


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1

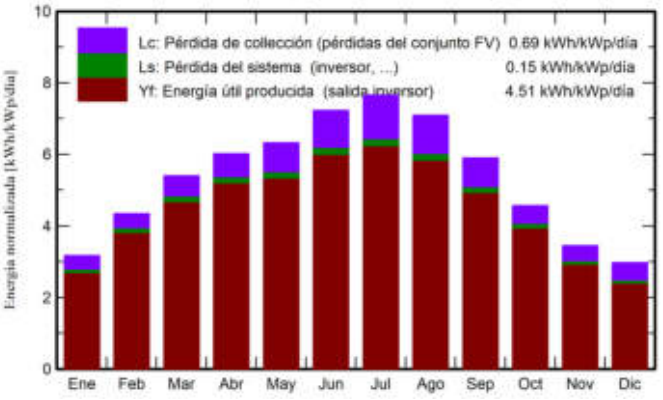


Resultados principales

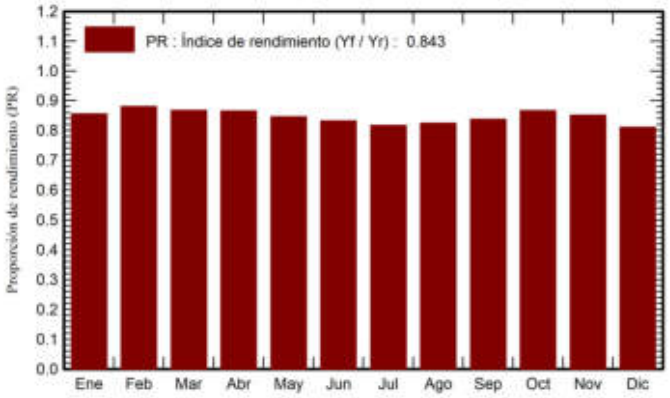
Producción del sistema

Energía producida	10 GWh/año	Producción específica	1646 kWh/kWp/año
Energía aparente	10189 MVAh	Proporción de rendimiento (PR)	84.35 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR proporción
Enero	62.0	24.00	2.10	98.2	93.1	0.528	0.509	0.855
Febrero	86.0	30.00	3.30	121.7	117.1	0.671	0.649	0.880
Marzo	134.0	46.00	6.20	167.4	160.9	0.909	0.879	0.867
Abril	163.0	59.00	8.20	180.5	173.2	0.977	0.946	0.865
Mayo	195.0	72.00	13.40	195.9	187.8	1.037	1.004	0.845
Junio	223.0	69.00	19.10	216.8	208.0	1.128	1.092	0.831
Julio	240.0	61.00	22.70	237.3	228.0	1.212	1.174	0.816
Agosto	207.0	60.00	22.00	219.9	211.4	1.134	1.099	0.824
Septiembre	150.0	51.00	16.60	176.9	170.0	0.927	0.898	0.837
Octubre	104.0	39.00	11.20	141.6	136.0	0.768	0.743	0.866
Noviembre	67.0	26.00	6.20	103.5	98.6	0.553	0.533	0.851
Diciembre	55.0	21.00	3.30	92.3	86.9	0.470	0.453	0.810
Año	1686.0	558.00	11.24	1951.8	1870.9	10.314	9.979	0.843

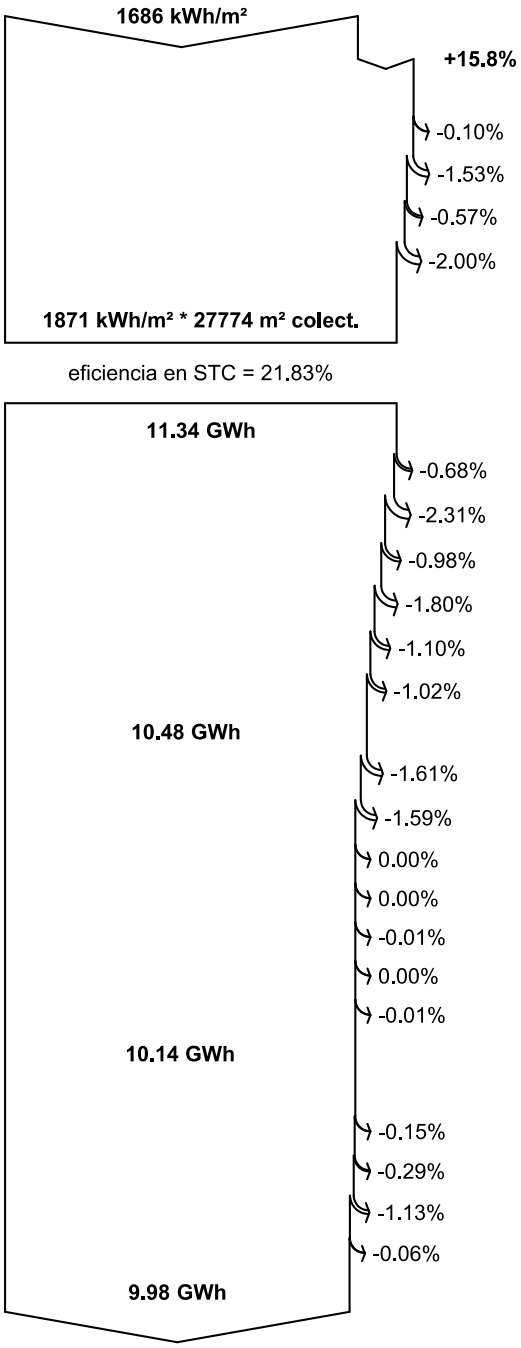
Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global
DiffHor	Irradiación difusa horizontal
T_Amb	Temperatura ambiente
GlobInc	Global incidente plano receptor
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
E_Grid	Energía inyectada en la red
PR	Proporción de rendimiento

PVsyst V7.2.14
VC7, Fecha de simulación:
11/03/22 10:29
con v7.2.12

REPORT TO I+D ENERGIAS

Diagrama de pérdida

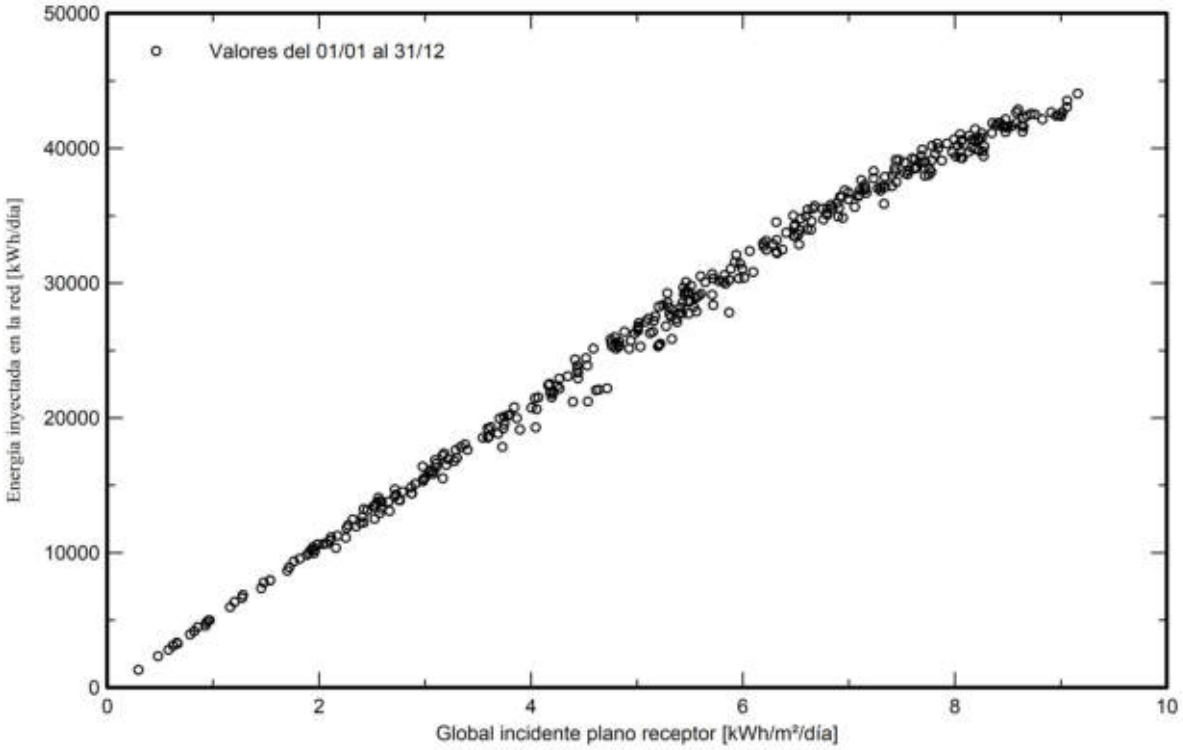


Irradiación horizontal global
Global incidente plano receptor
Sombreados lejanos / Horizonte
Sombreados cercanos: perdida de irradiancia
Factor IAM en global
Factor de pérdida de suciedad
Irradiancia efectiva en colectores
Conversión FV
Conjunto de energía nominal (con efic. STC)
Pérdida FV debido al nivel de irradiancia
Pérdida FV debido a la temperatura.
Sombreados: pérdida eléctrica según las cadenas
LID - Degradación inducida por luz
Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas
Pérdida óhmica del cableado
Energía virtual del conjunto en MPP
Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)
Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal
Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima
Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal
Pérdida del inversor debido al umbral de potencia
Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje
Consumo nocturno
Energía disponible en la salida del inversor
Auxiliares (ventiladores, otros ...)
Pérdidas óhmicas CA
Pérdida de transfo de voltaje medio
Pérdida óhmica de línea MV
Energía activa inyectada en la red

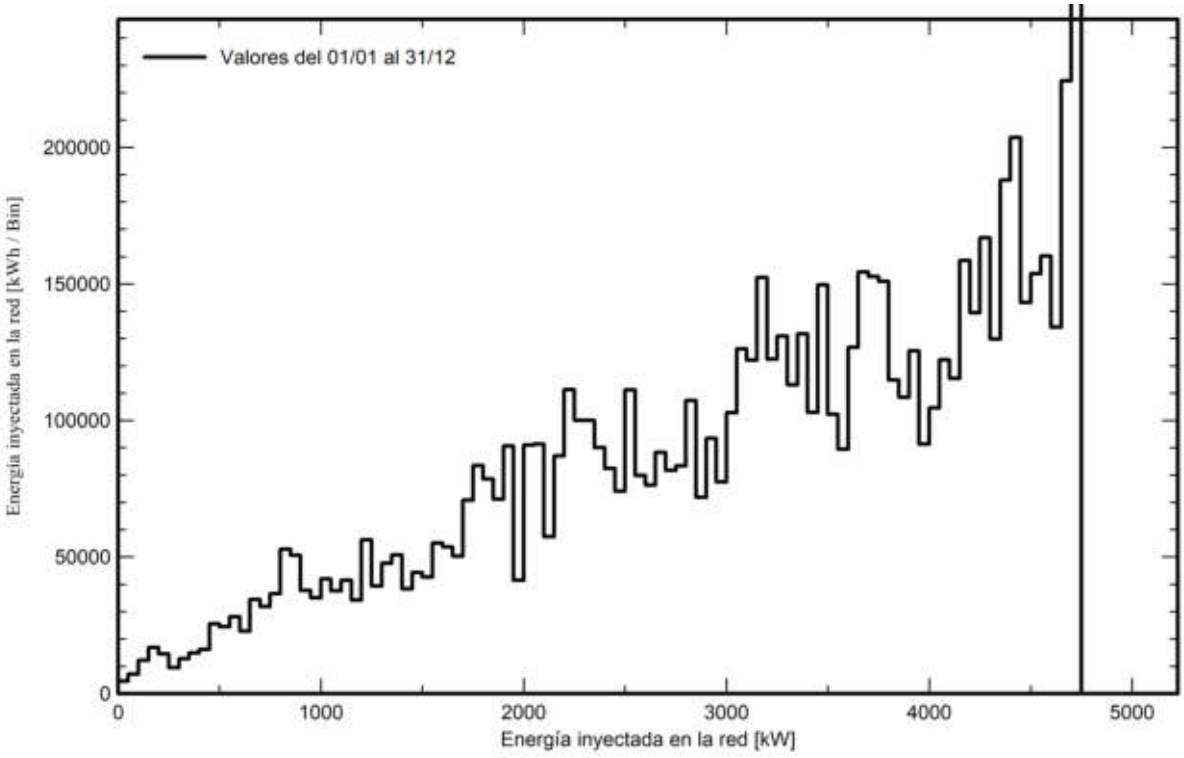
2.06 kVAR — Energía reactiva a la red: Cos(phi) prom. = 0.979
10.19 kVA — **Energía aparente a la red**

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO II. CÁLCULOS SECCIÓN DE CONDUCTORES CC Y CA

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE. 4

2 TENSIÓN NOMINAL 8

3 FÓRMULAS UTILIZADAS 9

3.1 INTENSIDAD DE CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA MONOFÁSICA 9
3.2 INTENSIDAD DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA 9
3.3 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE CONTINUA Y 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 14

6 CRITERIO DE ISC PARA CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR. 18

7 RESULTADOS 21

7.1 CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA GENERAL 21
7.2 CALCULO DE FUSIBLES 22
7.3 CALCULO DE SECCIONES DE CABLES DC 24
7.4 CALCULO DE SECCIONES DE CABLES AC 31

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 que puede circular por un módulo, o por una rama (agrupación de módulos conectados en serie) se corresponde a la corriente de cortocircuito.

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 (de los módulos a los cuadros DC, de los cuadros DC a los inversores, …), cada uno de estos tramos tiene un método de instalación distinto, uno tipo de cable distinto, secciones distintas y coeficientes de corrección distintos.

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:

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:

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.

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 continua y alterna y máximo de 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a las cajas de conexiones.

3 FÓRMULAS UTILIZADAS

3.1 INTENSIDAD DE CORRIENTE CONTINUA Y 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 CONTINUA Y 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).

Como ya se ha mencionado el generador fotovoltaico generalmente operará a lo largo del año en torno al 80% de su potencia nominal debido a que las condiciones meteorológicas reales difieren notablemente de las condiciones de prueba de los módulos. Por lo tanto, la corriente de operación será generalmente inferior a la corriente nominal en condiciones estándar (STC). Por lo que una intensidad igual a la mitad de la corriente nominal del generador, implicará una reducción de las pérdidas por efecto Joule.

Por lo tanto, el diseño considerando las condiciones nominales de operación implicará un porcentaje de pérdidas menor que el esperado.

En el diseño del cableado de continua se debe considerar la caída de tensión máxima que se corresponde a la total desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor, 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 lo 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:

$$\mathrm{K} = \sqrt{\frac{70 - \theta\mathrm{a}'}{70 - 40}}$$

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 intensidad 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 solar de Cu 4 mm2, K = 143, t = 5s, el resultado es I = 255,8A. Como la Isc máx en este cable es la del módulo que está en torno a 18,24A y se puede concluir que está correcto.

Para el conductor solar de Cu 6 mm2, K = 143, t = 5s, el resultado es I = 383,7A. Como la Isc máx en este cable es la del módulo que está en torno a 18,24A se puede concluir que está correcto.

Para el conductor de Al 95 mm2, K = 94, t = 5s, el resultado es I = 3.994A. Como la Isc máx en este cable es la corriente máxima para los inversores, que es inferior a 200 A, se puede concluir que está correcto.

Para el conductor de Al 240 mm2, K = 94, t = 5s, el resultado es I = 10.089A. Como la Isc máx en este cable es la corriente máxima para los inversores, que es inferior a 200 A, se puede concluir que está correcto.

7 RESULTADOS

7.1 CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA GENERAL

ELECTRICAL DESIGN STRING

POWER PLANT

Design Initial Power	142.800	Wp
Power Peak / Power Block	6.060.960	Wp
No. Power Blocks	1	
Total Power Plant	**6.060.960**	**Wp**

General Information

Ratio AC/DC	**263,8%**	
I String fuse >	**17,7**	.--> 20 A
I CB fuse >	**177**	.--> 250 A
Cos ϕ	**1,00**	
Average voltage drop (Average AC)	**1,50%**	
Maximum voltage drop (Max AC)	**1,50%**	
Average voltage drop (Average DC)	**1,50%**	
Maximum voltage drop (Max DC)	**2,00%**	

INVERTER: INGTEAM INGECON SUN 1675TL B645

P_N		**1666**	**kW**
V_{OC}		**1500**	**V**
Nominal input voltage (startup)		**700**	**V**
Range Mppt max V_{DC}		**1300**	**V**
Range Mppt min V_{DC}		**932**	**V**
I_{mpp} max (DC)		**1870**	**A**
I_{SC} max (DC)		**4800**	**A**
Nominal (AC) Voltage		**645**	**V**
Nominal (AC) Current		**1491,86**	**A**
Nominal (AC) Power at	Cos ϕ = 1	**1666,67**	**kW**
Nº inputs Inverter		**12**	
I_{CC} max (DC) (per input)		**400,00**	**A**
I max /etape (AC)		**11**	**A**
Pmax/Pnom (%)		**100,04%**	

MODULE: JA SOLAR JAM78D30 610/TB

P	**610**	**Wp**
V_{mpp}	**45,94**	**V**
I_{mpp}	**13,21**	**A**
V_{OC}	**55,05**	**V**
I_{SC}	**14,16**	**A**
Δt V_{OC}	**-0,14313**	**V / ºC**
Δt I_{SC}	**0,00651**	**A/ºC**
Δt V_{mpp}	**-0,142414**	**V/ºC**
Vmax	**1500**	**V**
NOTC	**43**	**ºC**

Setting String

Modules/inverter	**234**	**modules**
Modules/string	**24**	**modules**
Strings/inverter	**138,00**	**strings**
Wp per inverter	**6.060.960**	**Wp**
Modules per inverter in a block	**9.936**	
Power Blocks	**1**	
Modules per block	**9.936**	
Inverters/Power Blocks	**3**	
Isc (DC)	**1954,08**	**A**
Vmpp	**1102,56**	**V**
Modules in a block	**29.808**	**modules**

Electrical Parameters

Check Isc input to inverter @ max ambient temp	**OK**	
Check Impp input to inverter @ max ambient temp	**OK**	
Check Voc input to system @ min ambient temp	**OK**	
Check Vmpp input to inverter @ max ambient temp	**OK**	
Impp max input inv. @ max cell temp (Ipanel x strings < Impp inv)	**1858,66**	**A**
Isc max input inv. @ max cell temp (Ipanel x strings < Isc inv)	**1989,76**	**A**
Voc input to sys. @ min cell temp (Voc panel x modules < Voc sys.)	**1407,65**	**V**
Vmpp input to inv. @ max cell temp (Vmpp panel x modules > Vmin inv)	**947,55**	**V**
I_{SC} CB level2	**169,92**	**A**
I_{mpp} Inverter	**1822,98**	**A**
P_{DC} String	**14640**	**Wp**
Nº strings max/CB	**10**	
P_{max}/CB	**146.400**	**Wp**
Imaxpot/CB	**132,1**	**A**
Nº CB/inverter	**9**	
Nº total CB	**27**	**CB**

Meteorological Information

Tmin	**-3,1**	**ºC**	Irradiance in the array @Tmin	**102**	**W/m2**
Tmax	**38,1**	**ºC**	Irradiance in the array @Tmax	**925**	**W/m2**
To	**25**	**ºC**	T cell @Tmin	**-0,17**	**ºC**
			Tcell @Tmax	**64,69**	**ºC**

7.2 CALCULO DE FUSIBLES

Los fusibles que se encuentran en la caja de agrupación de strings son los siguientes:

	FUSIBLES PARA STRINGS						
	MODULE: JA SOLAR JAM78D30 610/TB						
	Cell temperature (ºC)		64,69			Temperature Coefficient of Isc (mA/ºC)	6,5136
	Isc (A)=		14,16				
Nº Strings	Isc CB (A)	Isc corrected	1.5*Isc	2.4*Isc	1.5*Isc	2.4*Isc	Fuse (A)
1	14,16	14,418549	21,24	33,984	21,627824	34,604518	32
			Without T correction		T Corrected		

According standard IEC 62548-2016 Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements in the section 6.5.5.1:

1.5*Isc<I<2.4*Isc

To correct Isc with the Cell temperature:
Isc*=Isc+ Temperature Coefficient of Isc (A/ºC)x(T-25)

Los fusibles que se encuentran a la entrada de los inversores son los siguientes:

	FUSIBLES ENTRADA						
	MODULE: JA SOLAR JAM78D30 610/TB						
	Cell temperature (ºC)		64,69			Temperature Coefficient of Isc (mA/ºC)	6,5136
	Isc (A)=		14,16				
Nº Strings	Isc CB (A)	Isc corrected	1.5*Isc (*)	2.4*Isc	1.5*Isc (*)	2.4*Isc	Fuse (A)
2	28,32	28,837098	42,48	67,968	43,255648	69,209036	32
11	155,76	158,60404	233,64	373,824	237,90606	380,6497	350
			Without T correction		T Corrected		

According standard IEC 62548-2016 Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements in the section 6.5.5.2:
1.25*Isc<I<2.4*Isc

To correct Isc with the Cell temperature:
Isc*=Isc+ Temperature Coefficient of Isc (A/ºC)x(T-25)

NOTE: The 1.25 multiplier is used here instead of 1.5 is to allow designer flexibility. Care is needed in using a lower multiplier in areas where heightened irradiance occurs frequently, as this would be likely to cause nuisance overcurrent operation.

(*)1.5*Isc=1.25*Isc* factor (to take into account increased irradiance >1000W/m2 and increased temperature)

7.3 CALCULO DE SECCIONES DE CABLES DC

DESIGN DATA MODULE: JA SOLAR JAM78D30 610/TB		
Maximum power module	610	Wp
Voltage at maximum power (Vmax)	45,94	V
Open circuit voltage (Voc)	55,05	V
short-circuit current (Isc)	14,16	A
Current at Maximum Power (Impp)	13,21	A
Temperature Coefficient of Vmpp	-142,414	mV/ºC
Ambient air temperature (max.)	30	ºC
Soil temperature	20	ºC
T cell @Tmin	-0,17	ºC
Tcell @Tmax	64,69	ºC
No. modules in series	24	modules
Average voltage drop (Average DC)	1,00%	
Maximum voltage drop (Max DC)	1,50%	
Temperature Coefficient of Isc	6,514	mA/ºC
Thermal resistivity	1,50	m K/W

CAIDA TENSION MAX	1,194%
CAIDA TENSION	0,331%
DELTA MAX	0,724%

UNE-HD 60364-5-52:2014 method B
HD 60364-5-52:2011 method B
IEC 60364-5-52:2009 CORR 2011 method B

VD AVG (AC+DC)	0,01

CT	1

CÁLCULOS DE CABLES. DC. (CAÍDA DE TENSIÓN Y CORRIENTE MÁXIMA)

CALERA

POWER STATION 1 - COMBANER BOX 1 to 9

Line code	From	To	CT	Inverter	SCB	String	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation type (Installation method)	Cable type	Power in Circuit kWp	Maximum voltage (V)	Maximum current (A)	Section (mm2)	n (Conductors per phase)	N (number of 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)	Drop of voltage	Maximun current
CT1.I1.CB1.S01	String	CB	1	1	1	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	54,94	109,9	40,32	0,496%	0,496%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S02	String	CB	1	1	1	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	46,311	92,6	40,32	0,418%	0,418%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S03	String	CB	1	1	1	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	37,161	74,3	40,32	0,335%	0,335%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S04	String	CB	1	1	1	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,366	78,7	40,32	0,355%	0,355%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S05	String	CB	1	1	1	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	28,53	57,1	40,32	0,257%	0,257%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S06	String	CB	1	1	1	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,74	61,5	40,32	0,277%	0,277%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S07	String	CB	1	1	1	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	19,896	39,8	40,32	0,180%	0,180%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S08	String	CB	1	1	1	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,112	44,2	40,32	0,200%	0,200%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S09	String	CB	1	1	1	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,498	97,0	40,32	0,438%	0,438%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S010	String	CB	1	1	1	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,263	22,5	40,32	0,102%	0,102%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S011	String	CB	1	1	1	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,485	27,0	40,32	0,122%	0,122%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S012	String	CB	1	1	1	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,875	79,8	40,32	0,360%	0,360%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S013	String	CB	1	1	1	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,844	3,7	40,32	0,017%	0,017%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S014	String	CB	1	1	1	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,096	8,2	40,32	0,037%	0,037%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S015	String	CB	1	1	1	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,861	59,7	40,32	0,270%	0,270%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1.S016	String	CB	1	1	1	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,068	64,1	40,32	0,289%	0,289%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB1	String	CB	1	1	1	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	127	508,0	72,36	0,695%	0,695%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,190%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,259%								OK	
																								DELTA MAX	0,479%									
CT1.I1.CB2.S01	String	CB	1	1	2	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	28,468	56,9	40,32	0,257%	0,257%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S02	String	CB	1	1	2	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,695	61,4	40,32	0,277%	0,277%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S03	String	CB	1	1	2	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	56,564	113,1	40,32	0,510%	0,510%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S04	String	CB	1	1	2	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,772	117,5	40,32	0,530%	0,530%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S05	String	CB	1	1	2	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	19,843	39,7	40,32	0,179%	0,179%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S06	String	CB	1	1	2	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,071	44,1	40,32	0,199%	0,199%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S07	String	CB	1	1	2	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	47,936	95,9	40,32	0,433%	0,433%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S08	String	CB	1	1	2	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,147	100,3	40,32	0,453%	0,453%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S09	String	CB	1	1	2	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	76,52	153,0	40,32	0,691%	0,691%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S010	String	CB	1	1	2	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,216	22,4	40,32	0,101%	0,101%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S011	String	CB	1	1	2	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,445	26,9	40,32	0,121%	0,121%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S012	String	CB	1	1	2	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,307	78,6	40,32	0,355%	0,355%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S013	String	CB	1	1	2	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,522	83,0	40,32	0,375%	0,375%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S014	String	CB	1	1	2	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	67,899	135,8	40,32	0,613%	0,613%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S015	String	CB	1	1	2	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,8435	3,7	40,32	0,017%	0,017%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2.S016	String	CB	1	1	2	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,0965	8,2	40,32	0,037%	0,037%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB2	String	CB	1	1	2	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	92	368,0	72,36	0,503%	0,503%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,194%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,322%								OK	
																								DELTA MAX	0,674%									
CT1.I1.CB3.S01	String	CB	1	1	3	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	56,525	113,0	40,32	0,510%	0,510%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S02	String	CB	1	1	3	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,744	117,5	40,32	0,530%	0,530%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S03	String	CB	1	1	3	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	85,121	170,2	40,32	0,768%	0,768%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S04	String	CB	1	1	3	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	19,805	39,6	40,32	0,179%	0,179%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S05	String	CB	1	1	3	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,04	44,1	40,32	0,199%	0,199%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S06	String	CB	1	1	3	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	47,896	95,8	40,32	0,432%	0,432%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S07	String	CB	1	1	3	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,119	100,2	40,32	0,452%	0,452%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S08	String	CB	1	1	3	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	76,497	153,0	40,32	0,690%	0,690%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S09	String	CB	1	1	3	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,18	22,4	40,32	0,101%	0,101%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S010	String	CB	1	1	3	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,415	26,8	40,32	0,121%	0,121%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S011	String	CB	1	1	3	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,262	78,5	40,32	0,354%	0,354%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S012	String	CB	1	1	3	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,491	83,0	40,32	0,374%	0,374%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S013	String	CB	1	1	3	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	67,872	135,7	40,32	0,613%	0,613%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S014	String	CB	1	1	3	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,762	59,5	40,32	0,269%	0,269%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S015	String	CB	1	1	3	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,997	64,0	40,32	0,289%	0,289%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3.S016	String	CB	1	1	3	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,382	116,8	40,32	0,527%	0,527%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB3	String	CB	1	1	3	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	66	264,0	72,36	0,361%	0,361%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,129%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,401%								OK	
																								DELTA MAX	0,667%									
CT1.I1.CB4.S01	String	CB	1	1	4	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	37,016	74,0	40,32	0,334%	0,334%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S02	String	CB	1	1	4	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,252	78,5	40,32	0,354%	0,354%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S03	String	CB	1	1	4	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	28,395	56,8	40,32	0,256%	0,256%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S04	String	CB	1	1	4	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,629	61,3	40,32	0,276%	0,276%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S05	String	CB	1	1	4	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	56,47	112,9	40,32	0,510%	0,510%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S06	String	CB	1	1	4	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,71	117,4	40,32	0,530%	0,530%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S07	String	CB	1	1	4	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	85,096	170,2	40,32	0,768%	0,768%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S08	String	CB	1	1	4	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	19,786	39,6	40,32	0,179%	0,179%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S09	String	CB	1	1	4	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,01	44,0	40,32	0,199%	0,199%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S010	String	CB	1	1	4	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	47,862	95,7	40,32	0,432%	0,432%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S011	String	CB	1	1	4	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,105	100,2	40,32	0,452%	0,452%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S012	String	CB	1	1	4	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	76,488	153,0	40,32	0,690%	0,690%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S013	String	CB	1	1	4	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,251	78,5	40,32	0,354%	0,354%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S014	String	CB	1	1	4	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,494	83,0	40,32	0,374%	0,374%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S015	String	CB	1	1	4	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	67,871	135,7	40,32	0,613%	0,613%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4.S016	String	CB	1	1	4	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,391	116,8	40,32	0,527%	0,527%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB4	String	CB	1	1	4	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE

Line code	From	To	CT	Inverter	SCB	String	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation type (Installation method)	Cable type	Power in Circuit kWp	Maximum voltage (V)	Maximum current (A)	Section (mm2)	n (Conductors per phase)	N (number of 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)	Drop of voltage	Maximun current
CT1.I1.CB5.S016	String	CB	1	1	5	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	68,717	137,4	40,32	0,620%	0,620%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB5	String	CB	1	1	5	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	34	136,0	72,36	0,186%	0,186%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,806%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,385%								OK	
																								DELTA MAX	0,429%									
CT1.I1.CB6.S01	String	CB	1	1	6	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,8435	3,7	40,32	0,017%	0,017%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S02	String	CB	1	1	6	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,095	8,2	40,32	0,037%	0,037%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S03	String	CB	1	1	6	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,712	59,4	40,32	0,268%	0,268%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S04	String	CB	1	1	6	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,926	63,9	40,32	0,288%	0,288%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S05	String	CB	1	1	6	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,541	23,1	40,32	0,104%	0,104%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S06	String	CB	1	1	6	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,736	27,5	40,32	0,124%	0,124%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S07	String	CB	1	1	6	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,586	79,2	40,32	0,357%	0,357%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S08	String	CB	1	1	6	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,799	83,6	40,32	0,377%	0,377%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S09	String	CB	1	1	6	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,147	40,3	40,32	0,182%	0,182%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S010	String	CB	1	1	6	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,343	44,7	40,32	0,202%	0,202%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S011	String	CB	1	1	6	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,192	96,4	40,32	0,435%	0,435%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S012	String	CB	1	1	6	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,404	100,8	40,32	0,455%	0,455%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S013	String	CB	1	1	6	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	28,752	57,5	40,32	0,259%	0,259%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S014	String	CB	1	1	6	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,949	61,9	40,32	0,279%	0,279%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S015	String	CB	1	1	6	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	56,798	113,6	40,32	0,513%	0,513%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6.S016	String	CB	1	1	6	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	59,009	118,0	40,32	0,533%	0,533%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB6	String	CB	1	1	6	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	76	304,0	72,36	0,416%	0,416%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,948%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,277%								OK	
																								DELTA MAX	0,516%									
CT1.I1.CB7.S01	String	CB	1	1	7	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,065	28,1	40,32	0,127%	0,127%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S02	String	CB	1	1	7	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	16,277	32,6	40,32	0,147%	0,147%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S03	String	CB	1	1	7	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	3,7225	7,4	40,32	0,034%	0,034%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S04	String	CB	1	1	7	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	6,0225	12,0	40,32	0,054%	0,054%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S05	String	CB	1	1	7	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,461	28,9	40,32	0,131%	0,131%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S06	String	CB	1	1	7	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	16,664	33,3	40,32	0,150%	0,150%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S07	String	CB	1	1	7	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	81,63	163,3	40,32	0,737%	0,737%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S08	String	CB	1	1	7	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	83,943	167,9	40,32	0,758%	0,758%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S09	String	CB	1	1	7	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	53,601	107,2	40,32	0,484%	0,484%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S010	String	CB	1	1	7	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	55,923	111,8	40,32	0,505%	0,505%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S011	String	CB	1	1	7	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	72,96	145,9	40,32	0,658%	0,658%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S012	String	CB	1	1	7	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	75,264	150,5	40,32	0,679%	0,679%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S013	String	CB	1	1	7	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	44,916	89,8	40,32	0,405%	0,405%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7.S014	String	CB	1	1	7	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	47,232	94,5	40,32	0,426%	0,426%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB7	String	CB	1	1	7	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	36	144,0	72,36	0,197%	0,197%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,954%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,378%								OK	
																								DELTA MAX	0,724%									
CT1.I1.CB8.S01	String	CB	1	1	8	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,537	61,1	40,32	0,276%	0,276%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S02	String	CB	1	1	8	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,857	65,7	40,32	0,297%	0,297%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S03	String	CB	1	1	8	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	21,954	43,9	40,32	0,198%	0,198%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S04	String	CB	1	1	8	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	24,276	48,6	40,32	0,219%	0,219%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S05	String	CB	1	1	8	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	49,975	99,9	40,32	0,451%	0,451%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S06	String	CB	1	1	8	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	52,312	104,6	40,32	0,472%	0,472%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S07	String	CB	1	1	8	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,37	26,7	40,32	0,121%	0,121%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S08	String	CB	1	1	8	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	15,692	31,4	40,32	0,142%	0,142%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S09	String	CB	1	1	8	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,387	82,8	40,32	0,374%	0,374%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S010	String	CB	1	1	8	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	43,716	87,4	40,32	0,395%	0,395%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S011	String	CB	1	1	8	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	2,019	4,0	40,32	0,018%	0,018%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S012	String	CB	1	1	8	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,3435	8,7	40,32	0,039%	0,039%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S013	String	CB	1	1	8	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,037	60,1	40,32	0,271%	0,271%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8.S014	String	CB	1	1	8	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,357	64,7	40,32	0,292%	0,292%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB8	String	CB	1	1	8	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	36	144,0	72,36	0,197%	0,197%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,669%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,255%								OK	
																								DELTA MAX	0,454%									
CT1.I1.CB9.S01	String	CB	1	1	9	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	2,0025	4,0	40,32	0,018%	0,018%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S02	String	CB	1	1	9	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,29	8,6	40,32	0,039%	0,039%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S03	String	CB	1	1	9	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,826	23,7	40,32	0,107%	0,107%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S04	String	CB	1	1	9	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,094	28,2	40,32	0,127%	0,127%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S05	String	CB	1	1	9	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,413	40,8	40,32	0,184%	0,184%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S06	String	CB	1	1	9	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,672	45,3	40,32	0,205%	0,205%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S07	String	CB	1	1	9	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,002	58,0	40,32	0,262%	0,262%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S08	String	CB	1	1	9	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,257	62,5	40,32	0,282%	0,282%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S09	String	CB	1	1	9	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	37,594	75,2	40,32	0,339%	0,339%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S010	String	CB	1	1	9	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,844	79,7	40,32	0,360%	0,360%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S011	String	CB	1	1	9	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	46,192	92,4	40,32	0,417%	0,417%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S012	String	CB	1	1	9	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,438	96,9	40,32	0,437%	0,437%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S013	String	CB	1	1	9	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	54,792	109,6	40,32	0,495%	0,495%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9.S014	String	CB	1	1	9	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	57,032	114,1	40,32	0,515%	0,515%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT1.I1.CB9	String	CB	1	1	9	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	33	132,0	72,36	0,180%	0,180%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,695%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,270%								OK	
																								DELTA MAX	0,497%									

DESIGN DATA MODULE: JA SOLAR JAM78D30 610/TB		
Maximum power module	610	Wp
Voltage at maximum power (Vmax)	45,94	V
Open circuit voltage (Voc)	55,05	V
short-circuit current (Isc)	14,16	A
Current at Maximum Power (Impp)	13,21	A
Temperature Coefficient of Vmpp	-142,414	mV/ºC
Ambient air temperature (max.)	30	ºC
Soil temperature	20	ºC
T cell @Tmin	-0,17	ºC
Tcell @Tmax	64,69	ºC
No. modules in series	24	modules
Average voltage drop (Average DC)	1,00%	
Maximum voltage drop (Max DC)	1,50%	
Temperature Coefficient of Isc	6,514	mA/ºC
Thermal resistivity	1,50	m K/W

CAIDA TENSION MAX	1,317%
CAIDA TENSION	0,302%
DELTA MAX	0,976%

UNE-HD 60364-5-52:2014 method B
HD 60364-5-52:2011 method B
IEC 60364-5-52:2009 CORR 2011 method B

VD AVG (AC+DC)	0,01

CT	2

CÁLCULOS DE CABLES. DC. (CAÍDA DE TENSIÓN Y CORRIENTE MÁXIMA)

CALERA

POWER STATION 2 - COMBANER BOX 1 to 9

Line code	From	To	CT	Inverter	SCB	String	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation type (Installation method)	Cable type	Power in Circuit kWp	Maximum voltage (V)	Maximum current (A)	Section (mm2)	n (Conductors per phase)	N (number of 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)	Drop of voltage	Maximun current
CT2.I1.CB1.S01	String	CB	2	1	1	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	56,636	113,3	40,32	0,511%	0,511%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S02	String	CB	2	1	1	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,854	117,7	40,32	0,531%	0,531%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S03	String	CB	2	1	1	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	47,879	95,8	40,32	0,432%	0,432%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S04	String	CB	2	1	1	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,093	100,2	40,32	0,452%	0,452%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S05	String	CB	2	1	1	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,779	59,6	40,32	0,269%	0,269%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S06	String	CB	2	1	1	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	43,469	86,9	40,32	0,392%	0,392%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S07	String	CB	2	1	1	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	45,678	91,4	40,32	0,412%	0,412%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S08	String	CB	2	1	1	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,439	22,9	40,32	0,103%	0,103%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S09	String	CB	2	1	1	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,628	27,3	40,32	0,123%	0,123%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S010	String	CB	2	1	1	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,474	78,9	40,32	0,356%	0,356%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S011	String	CB	2	1	1	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,679	83,4	40,32	0,376%	0,376%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S012	String	CB	2	1	1	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,9445	3,9	40,32	0,018%	0,018%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S013	String	CB	2	1	1	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,1195	8,2	40,32	0,037%	0,037%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1.S014	String	CB	2	1	1	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,96	59,9	40,32	0,270%	0,270%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB1	String	CB	2	1	1	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	118	472,0	72,36	0,645%	0,645%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,177%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,306%								OK	
																								DELTA MAX	0,514%									
CT2.I1.CB2.S01	String	CB	2	1	2	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,924	117,8	40,32	0,532%	0,532%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S02	String	CB	2	1	2	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,858	41,7	40,32	0,188%	0,188%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S03	String	CB	2	1	2	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,263	40,5	40,32	0,183%	0,183%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S04	String	CB	2	1	2	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,427	44,9	40,32	0,202%	0,202%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S05	String	CB	2	1	2	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,255	96,5	40,32	0,436%	0,436%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S06	String	CB	2	1	2	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,444	100,9	40,32	0,455%	0,455%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S07	String	CB	2	1	2	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	12,095	24,2	40,32	0,109%	0,109%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S08	String	CB	2	1	2	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,811	23,6	40,32	0,107%	0,107%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S09	String	CB	2	1	2	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,958	27,9	40,32	0,126%	0,126%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S010	String	CB	2	1	2	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,774	79,5	40,32	0,359%	0,359%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S011	String	CB	2	1	2	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,965	83,9	40,32	0,379%	0,379%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S012	String	CB	2	1	2	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	2,477	5,0	40,32	0,022%	0,022%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S013	String	CB	2	1	2	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,433	60,9	40,32	0,275%	0,275%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2.S014	String	CB	2	1	2	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,625	65,3	40,32	0,294%	0,294%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB2	String	CB	2	1	2	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	92	368,0	72,36	0,503%	0,503%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,035%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,262%								OK	
																								DELTA MAX	0,509%									
CT2.I1.CB3.S01	String	CB	2	1	3	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	19,949	39,9	40,32	0,180%	0,180%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S02	String	CB	2	1	3	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,316	44,6	40,32	0,201%	0,201%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S03	String	CB	2	1	3	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,696	45,4	40,32	0,205%	0,205%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S04	String	CB	2	1	3	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,215	22,4	40,32	0,101%	0,101%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S05	String	CB	2	1	3	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,577	27,2	40,32	0,123%	0,123%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S06	String	CB	2	1	3	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,785	79,6	40,32	0,359%	0,359%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S07	String	CB	2	1	3	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	12,071	24,1	40,32	0,109%	0,109%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S08	String	CB	2	1	3	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,214	28,4	40,32	0,128%	0,128%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S09	String	CB	2	1	3	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	40,027	80,1	40,32	0,361%	0,361%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S010	String	CB	2	1	3	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	42,222	84,4	40,32	0,381%	0,381%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S011	String	CB	2	1	3	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	2,722	5,4	40,32	0,025%	0,025%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S012	String	CB	2	1	3	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,867	9,7	40,32	0,044%	0,044%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S013	String	CB	2	1	3	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,684	61,4	40,32	0,277%	0,277%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3.S014	String	CB	2	1	3	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,882	65,8	40,32	0,297%	0,297%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB3	String	CB	2	1	3	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	75	300,0	72,36	0,410%	0,410%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,791%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,199%								OK	
																								DELTA MAX	0,356%									
CT2.I1.CB4.S01	String	CB	2	1	4	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,8415	3,7	40,32	0,017%	0,017%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S02	String	CB	2	1	4	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,094	8,2	40,32	0,037%	0,037%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S03	String	CB	2	1	4	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,459	58,9	40,32	0,266%	0,266%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S04	String	CB	2	1	4	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,777	63,6	40,32	0,287%	0,287%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S05	String	CB	2	1	4	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,9	23,8	40,32	0,107%	0,107%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S06	String	CB	2	1	4	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,234	28,5	40,32	0,128%	0,128%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S07	String	CB	2	1	4	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,93	23,9	40,32	0,108%	0,108%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S08	String	CB	2	1	4	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,079	28,2	40,32	0,127%	0,127%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S09	String	CB	2	1	4	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,9	79,8	40,32	0,360%	0,360%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S010	String	CB	2	1	4	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	42,096	84,2	40,32	0,380%	0,380%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S011	String	CB	2	1	4	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,157	40,3	40,32	0,182%	0,182%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S012	String	CB	2	1	4	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,475	45,0	40,32	0,203%	0,203%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S013	String	CB	2	1	4	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,887	41,8	40,32	0,189%	0,189%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4.S014	String	CB	2	1	4	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	23,046	46,1	40,32	0,208%	0,208%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB4	String	CB	2	1	4	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	75	300,0	72,36	0,410%	0,410%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,790%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,186%								OK	
																								DELTA MAX	0,363%									
CT2.I1.CB5.S01	String	CB	2	1	5	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	2,4735	4,9	40,32	0,022%	0,022%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB5.S02	String	CB	2	1	5	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	16,171	32,3	40,32	0,146%	0,146%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB5.S03	String	CB	2	1	5	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	18,354	36,7	40,32	0,166%	0,166%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB5.S04	String	CB	2	1	5	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,651	27,3	40,32	0,123%	0,123%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB5.S05	String	CB	2	1	5	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	27,371	54,7	40,32	0,247%	0,247%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB5.S06	String	CB	2	1	5	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,554	59,1	40,32	0,267%	0,267%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB5.S07	String	CB	2	1	5	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,158

SPA2021.65-CAL-2550-EL-CAL-00-CÁLCULO DE CABLEADO BT.xlsx

Line code	From	To	CT	Inverter	SCB	String	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation type (Installation method)	Cable type	Power in Circuit kWp	Maximum voltage (V)	Maximum current (A)	Section (mm2)	n (Conductors per phase)	N (number of 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)	Drop of voltage	Maximun current
CT2.I1.CB5	String	CB	2	1	5	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	11	44,0	72,36	0,060%	0,060%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,705%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,332%								OK	
																								DELTA MAX	0,623%									
CT2.I1.CB6.S01	String	CB	2	1	6	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,1535	8,3	40,32	0,037%	0,037%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S02	String	CB	2	1	6	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	15,255	30,5	40,32	0,138%	0,138%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S03	String	CB	2	1	6	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	17,459	34,9	40,32	0,158%	0,158%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S04	String	CB	2	1	6	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	43,31	86,6	40,32	0,391%	0,391%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S05	String	CB	2	1	6	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	45,531	91,1	40,32	0,411%	0,411%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S06	String	CB	2	1	6	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	23,88	47,8	40,32	0,216%	0,216%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S07	String	CB	2	1	6	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	26,093	52,2	40,32	0,235%	0,235%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S08	String	CB	2	1	6	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	51,948	103,9	40,32	0,469%	0,469%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S09	String	CB	2	1	6	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	54,183	108,4	40,32	0,489%	0,489%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S010	String	CB	2	1	6	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,529	65,1	40,32	0,294%	0,294%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S011	String	CB	2	1	6	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	34,754	69,5	40,32	0,314%	0,314%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S012	String	CB	2	1	6	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	60,604	121,2	40,32	0,547%	0,547%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S013	String	CB	2	1	6	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	62,845	125,7	40,32	0,567%	0,567%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S014	String	CB	2	1	6	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	46,915	93,8	40,32	0,423%	0,423%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S015	String	CB	2	1	6	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	60,599	121,2	40,32	0,547%	0,547%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6.S016	String	CB	2	1	6	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	62,843	125,7	40,32	0,567%	0,567%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB6	String	CB	2	1	6	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	48	192,0	72,36	0,263%	0,263%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,830%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,363%								OK	
																								DELTA MAX	0,530%									
CT2.I1.CB7.S01	String	CB	2	1	7	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	2,545	5,1	40,32	0,023%	0,023%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S02	String	CB	2	1	7	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	16,251	32,5	40,32	0,147%	0,147%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S03	String	CB	2	1	7	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	18,491	37,0	40,32	0,167%	0,167%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S04	String	CB	2	1	7	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	12,657	25,3	40,32	0,114%	0,114%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S05	String	CB	2	1	7	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	26,365	52,7	40,32	0,238%	0,238%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S06	String	CB	2	1	7	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	28,607	57,2	40,32	0,258%	0,258%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S07	String	CB	2	1	7	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,805	63,6	40,32	0,287%	0,287%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S08	String	CB	2	1	7	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	34,057	68,1	40,32	0,307%	0,307%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S09	String	CB	2	1	7	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,96	79,9	40,32	0,361%	0,361%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S010	String	CB	2	1	7	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	42,225	84,4	40,32	0,381%	0,381%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S011	String	CB	2	1	7	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,471	96,9	40,32	0,437%	0,437%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S012	String	CB	2	1	7	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,751	101,5	40,32	0,458%	0,458%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S013	String	CB	2	1	7	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	56,992	114,0	40,32	0,514%	0,514%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S014	String	CB	2	1	7	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	59,281	118,6	40,32	0,535%	0,535%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S015	String	CB	2	1	7	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	74,289	148,6	40,32	0,670%	0,670%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7.S016	String	CB	2	1	7	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	76,575	153,2	40,32	0,691%	0,691%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB7	String	CB	2	1	7	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	95	380,0	72,36	0,520%	0,520%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,211%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,349%								OK	
																								DELTA MAX	0,668%									
CT2.I1.CB8.S01	String	CB	2	1	8	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	2,0075	4,0	40,32	0,018%	0,018%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S02	String	CB	2	1	8	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,3055	8,6	40,32	0,039%	0,039%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S03	String	CB	2	1	8	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,793	27,6	40,32	0,124%	0,124%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S04	String	CB	2	1	8	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	16,085	32,2	40,32	0,145%	0,145%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S05	String	CB	2	1	8	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,884	83,8	40,32	0,378%	0,378%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S06	String	CB	2	1	8	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	44,153	88,3	40,32	0,398%	0,398%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S07	String	CB	2	1	8	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	38,267	76,5	40,32	0,345%	0,345%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S08	String	CB	2	1	8	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	45,919	91,8	40,32	0,414%	0,414%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S09	String	CB	2	1	8	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,131	96,3	40,32	0,434%	0,434%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S010	String	CB	2	1	8	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	55,179	110,4	40,32	0,498%	0,498%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S011	String	CB	2	1	8	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	57,403	114,8	40,32	0,518%	0,518%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S012	String	CB	2	1	8	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	63,568	127,1	40,32	0,574%	0,574%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S013	String	CB	2	1	8	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	65,795	131,6	40,32	0,594%	0,594%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S014	String	CB	2	1	8	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	72,44	144,9	40,32	0,654%	0,654%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S015	String	CB	2	1	8	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	74,668	149,3	40,32	0,674%	0,674%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8.S016	String	CB	2	1	8	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	110,09	220,2	40,32	0,994%	0,994%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB8	String	CB	2	1	8	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	150	2	2	9	1,25	In contact	100	400,0	51,99	0,323%	0,323%	522	1,28	1,00	0,41	0,52	273,95	185,19	88,75	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,317%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,425%								OK	
																								DELTA MAX	0,976%									
CT2.I1.CB9.S01	String	CB	2	1	9	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,9745	3,9	40,32	0,018%	0,018%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S02	String	CB	2	1	9	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,204	8,4	40,32	0,038%	0,038%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S03	String	CB	2	1	9	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	12,363	24,7	40,32	0,112%	0,112%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S04	String	CB	2	1	9	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,598	29,2	40,32	0,132%	0,132%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S05	String	CB	2	1	9	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,002	82,0	40,32	0,370%	0,370%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S06	String	CB	2	1	9	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,899	41,8	40,32	0,189%	0,189%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S07	String	CB	2	1	9	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	23,139	46,3	40,32	0,209%	0,209%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S08	String	CB	2	1	9	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	49,537	99,1	40,32	0,447%	0,447%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S09	String	CB	2	1	9	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,376	58,8	40,32	0,265%	0,265%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S010	String	CB	2	1	9	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,621	63,2	40,32	0,285%	0,285%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S011	String	CB	2	1	9	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,013	116,0	40,32	0,524%	0,524%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S012	String	CB	2	1	9	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	37,668	75,3	40,32	0,340%	0,340%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S013	String	CB	2	1	9	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,916	79,8	40,32	0,360%	0,360%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S014	String	CB	2	1	9	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	66,3	132,6	40,32	0,598%	0,598%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S015	String	CB	2	1	9	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	46,319	92,6	40,32	0,418%	0,418%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9.S016	String	CB	2	1	9	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,566	97,1	40,32	0,438%	0,438%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT2.I1.CB9	String	CB	2	1	9	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	150	2	2	9	1,25	In contact	177	708,0	51,99	0,572%	0,572%	522	1,28	1,00	0,41	0,52	273,95	185,19	88,75	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,170%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,296%								OK	
																								DELTA MAX	0,581%									

DESIGN DATA MODULE: JA SOLAR JAM78D30 610/TB		
Maximum power module	610	Wp
Voltage at maximum power (Vmax)	45,94	V
Open circuit voltage (Voc)	55,05	V
short-circuit current (Isc)	14,16	A
Current at Maximum Power (Impp)	13,21	A
Temperature Coefficient of Vmpp	-142,414	mV/ºC
Ambient air temperature (max.)	30	ºC
Soil temperature	20	ºC
T cell @Tmin	-0,17	ºC
Tcell @Tmax	64,69	ºC
No. modules in series	24	modules
Average voltage drop (Average DC)	1,00%	
Maximum voltage drop (Max DC)	1,50%	
Temperature Coefficient of Isc	6,514	mA/ºC
Thermal resistivity	1,50	m K/W

CAIDA TENSION MAX	1,358%
CAIDA TENSION	0,357%
DELTA MAX	0,722%

UNE-HD 60364-5-52:2014 method B
HD 60364-5-52:2011 method B
IEC 60364-5-52:2009 CORR 2011 method B

VD AVG (AC+DC)	0,01

CT	3

CÁLCULOS DE CABLES. DC. (CAÍDA DE TENSIÓN Y CORRIENTE MÁXIMA)

CALERA

POWER STATION 3 - COMBANER BOX 1 to 9

Line code	From	To	CT	Inverter	SCB	String	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation type (Installation method)	Cable type	Power in Circuit kWp	Maximum voltage (V)	Maximum current (A)	Section (mm2)	n (Conductors per phase)	N (number of 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)	Drop of voltage	Maximun current
CT3.I1.CB1.S01	String	CB	3	1	1	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,70	59,4	40,32	0,268%	0,268%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S02	String	CB	3	1	1	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,95	63,9	40,32	0,288%	0,288%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S03	String	CB	3	1	1	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	57,81	115,6	40,32	0,522%	0,522%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S04	String	CB	3	1	1	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	60,17	120,3	40,32	0,543%	0,543%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S05	String	CB	3	1	1	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	21,53	43,1	40,32	0,194%	0,194%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S06	String	CB	3	1	1	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	23,78	47,6	40,32	0,215%	0,215%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S07	String	CB	3	1	1	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	49,64	99,3	40,32	0,448%	0,448%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S08	String	CB	3	1	1	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	51,97	103,9	40,32	0,469%	0,469%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S09	String	CB	3	1	1	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	12,25	24,5	40,32	0,111%	0,111%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S010	String	CB	3	1	1	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,50	29,0	40,32	0,131%	0,131%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S011	String	CB	3	1	1	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	40,36	80,7	40,32	0,364%	0,364%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S012	String	CB	3	1	1	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	42,69	85,4	40,32	0,385%	0,385%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S013	String	CB	3	1	1	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,99	4,0	40,32	0,018%	0,018%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S014	String	CB	3	1	1	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,24	8,5	40,32	0,038%	0,038%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S015	String	CB	3	1	1	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,09	60,2	40,32	0,272%	0,272%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1.S016	String	CB	3	1	1	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,41	64,8	40,32	0,293%	0,293%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB1	String	CB	3	1	1	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	149,00	596,0	72,36	0,815%	0,815%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,358%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,285%								OK	
																								DELTA MAX	0,525%									
CT3.I1.CB2.S01	String	CB	3	1	2	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,50	59,0	40,32	0,266%	0,266%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S02	String	CB	3	1	2	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,76	63,5	40,32	0,287%	0,287%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S03	String	CB	3	1	2	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	57,60	115,2	40,32	0,520%	0,520%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S04	String	CB	3	1	2	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	59,91	119,8	40,32	0,541%	0,541%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S05	String	CB	3	1	2	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,48	41,0	40,32	0,185%	0,185%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S06	String	CB	3	1	2	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,74	45,5	40,32	0,205%	0,205%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S07	String	CB	3	1	2	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,58	97,2	40,32	0,438%	0,438%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S08	String	CB	3	1	2	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,88	101,8	40,32	0,459%	0,459%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S09	String	CB	3	1	2	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	11,61	23,2	40,32	0,105%	0,105%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S010	String	CB	3	1	2	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	13,87	27,7	40,32	0,125%	0,125%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S011	String	CB	3	1	2	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	39,70	79,4	40,32	0,358%	0,358%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S012	String	CB	3	1	2	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,99	84,0	40,32	0,379%	0,379%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S013	String	CB	3	1	2	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,99	4,0	40,32	0,018%	0,018%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S014	String	CB	3	1	2	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,26	8,5	40,32	0,038%	0,038%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S015	String	CB	3	1	2	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,08	60,2	40,32	0,271%	0,271%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2.S016	String	CB	3	1	2	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,37	64,7	40,32	0,292%	0,292%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB2	String	CB	3	1	2	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	114,00	456,0	72,36	0,623%	0,623%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,164%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,281%								OK	
																								DELTA MAX	0,523%									
CT3.I1.CB3.S01	String	CB	3	1	3	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	29,22	58,4	40,32	0,264%	0,264%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S02	String	CB	3	1	3	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,49	63,0	40,32	0,284%	0,284%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S03	String	CB	3	1	3	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	57,30	114,6	40,32	0,517%	0,517%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S04	String	CB	3	1	3	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	59,59	119,2	40,32	0,538%	0,538%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S05	String	CB	3	1	3	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	20,93	41,9	40,32	0,189%	0,189%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S06	String	CB	3	1	3	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	23,20	46,4	40,32	0,209%	0,209%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S07	String	CB	3	1	3	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	49,01	98,0	40,32	0,442%	0,442%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S08	String	CB	3	1	3	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	51,30	102,6	40,32	0,463%	0,463%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S09	String	CB	3	1	3	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	12,28	24,6	40,32	0,111%	0,111%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S010	String	CB	3	1	3	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,54	29,1	40,32	0,131%	0,131%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S011	String	CB	3	1	3	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	40,37	80,7	40,32	0,364%	0,364%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S012	String	CB	3	1	3	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	42,66	85,3	40,32	0,385%	0,385%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S013	String	CB	3	1	3	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	3,71	7,4	40,32	0,034%	0,034%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S014	String	CB	3	1	3	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	5,97	11,9	40,32	0,054%	0,054%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S015	String	CB	3	1	3	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,84	3,7	40,32	0,017%	0,017%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3.S016	String	CB	3	1	3	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,10	8,2	40,32	0,037%	0,037%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB3	String	CB	3	1	3	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	79,00	316,0	72,36	0,432%	0,432%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,970%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,252%								OK	
																								DELTA MAX	0,521%									
CT3.I1.CB4.S01	String	CB	3	1	4	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	71,80	143,6	40,32	0,648%	0,648%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S02	String	CB	3	1	4	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	74,08	148,2	40,32	0,669%	0,669%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S03	String	CB	3	1	4	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	35,22	70,4	40,32	0,318%	0,318%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S04	String	CB	3	1	4	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	37,48	75,0	40,32	0,338%	0,338%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S05	String	CB	3	1	4	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	63,31	126,6	40,32	0,571%	0,571%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S06	String	CB	3	1	4	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	65,59	131,2	40,32	0,592%	0,592%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S07	String	CB	3	1	4	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	33,32	66,6	40,32	0,301%	0,301%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S08	String	CB	3	1	4	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	35,57	71,1	40,32	0,321%	0,321%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S09	String	CB	3	1	4	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	17,12	34,2	40,32	0,155%	0,155%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S010	String	CB	3	1	4	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,81	61,6	40,32	0,278%	0,278%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S011	String	CB	3	1	4	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	33,08	66,2	40,32	0,299%	0,299%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S012	String	CB	3	1	4	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	58,89	117,8	40,32	0,532%	0,532%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S013	String	CB	3	1	4	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	61,17	122,3	40,32	0,552%	0,552%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S014	String	CB	3	1	4	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	16,25	32,5	40,32	0,147%	0,147%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S015	String	CB	3	1	4	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	44,33	88,7	40,32	0,400%	0,400%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4.S016	String	CB	3	1	4	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	46,61	93,2	40,32	0,421%	0,421%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB4	String	CB	3	1	4	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL

Line code	From	To	CT	Inverter	SCB	String	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation type (Installation method)	Cable type	Power in Circuit kWp	Maximum voltage (V)	Maximum current (A)	Section (mm2)	n (Conductors per phase)	N (number of 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)	Drop of voltage	Maximun current
CT3.I1.CB5.S016	String	CB	3	1	5	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	44,29	88,6	40,32	0,400%	0,400%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB5	String	CB	3	1	5	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	16,00	64,0	72,36	0,088%	0,088%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,717%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,345%								OK	
																								DELTA MAX	0,607%									
CT3.I1.CB6.S01	String	CB	3	1	6	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	71,86	143,7	40,32	0,649%	0,649%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S02	String	CB	3	1	6	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	1,99	4,0	40,32	0,018%	0,018%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S03	String	CB	3	1	6	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	4,26	8,5	40,32	0,038%	0,038%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S04	String	CB	3	1	6	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	30,07	60,1	40,32	0,271%	0,271%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S05	String	CB	3	1	6	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,33	64,7	40,32	0,292%	0,292%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S06	String	CB	3	1	6	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	36,51	73,0	40,32	0,329%	0,329%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S07	String	CB	3	1	6	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	38,77	77,5	40,32	0,350%	0,350%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S08	String	CB	3	1	6	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	64,60	129,2	40,32	0,583%	0,583%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S09	String	CB	3	1	6	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	66,85	133,7	40,32	0,603%	0,603%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S010	String	CB	3	1	6	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	45,19	90,4	40,32	0,408%	0,408%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S011	String	CB	3	1	6	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	47,46	94,9	40,32	0,428%	0,428%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S012	String	CB	3	1	6	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	73,28	146,6	40,32	0,661%	0,661%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S013	String	CB	3	1	6	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	75,54	151,1	40,32	0,682%	0,682%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S014	String	CB	3	1	6	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	53,94	107,9	40,32	0,487%	0,487%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S015	String	CB	3	1	6	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	56,21	112,4	40,32	0,507%	0,507%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6.S016	String	CB	3	1	6	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	82,04	164,1	40,32	0,740%	0,740%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB6	String	CB	3	1	6	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	18,00	72,0	72,36	0,098%	0,098%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,839%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,440%								OK	
																								DELTA MAX	0,722%									
CT3.I1.CB7.S01	String	CB	3	1	7	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,35	64,7	40,32	0,292%	0,292%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S02	String	CB	3	1	7	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,13	28,3	40,32	0,128%	0,128%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S03	String	CB	3	1	7	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	16,40	32,8	40,32	0,148%	0,148%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S04	String	CB	3	1	7	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	42,24	84,5	40,32	0,381%	0,381%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S05	String	CB	3	1	7	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	44,49	89,0	40,32	0,401%	0,401%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S06	String	CB	3	1	7	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	22,89	45,8	40,32	0,207%	0,207%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S07	String	CB	3	1	7	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	25,15	50,3	40,32	0,227%	0,227%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S08	String	CB	3	1	7	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,99	102,0	40,32	0,460%	0,460%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S09	String	CB	3	1	7	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	53,24	106,5	40,32	0,480%	0,480%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S010	String	CB	3	1	7	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	31,65	63,3	40,32	0,286%	0,286%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S011	String	CB	3	1	7	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	33,91	67,8	40,32	0,306%	0,306%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S012	String	CB	3	1	7	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	59,75	119,5	40,32	0,539%	0,539%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S013	String	CB	3	1	7	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	61,99	124,0	40,32	0,559%	0,559%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S014	String	CB	3	1	7	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	40,40	80,8	40,32	0,365%	0,365%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S015	String	CB	3	1	7	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	42,66	85,3	40,32	0,385%	0,385%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7.S016	String	CB	3	1	7	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	68,50	137,0	40,32	0,618%	0,618%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB7	String	CB	3	1	7	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	37,00	148,0	72,36	0,202%	0,202%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,821%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,361%								OK	
																								DELTA MAX	0,491%									
CT3.I1.CB8.S01	String	CB	3	1	8	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,33	64,7	40,32	0,292%	0,292%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S02	String	CB	3	1	8	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	14,08	28,2	40,32	0,127%	0,127%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S03	String	CB	3	1	8	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	16,34	32,7	40,32	0,147%	0,147%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S04	String	CB	3	1	8	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	42,18	84,4	40,32	0,381%	0,381%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S05	String	CB	3	1	8	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	44,42	88,8	40,32	0,401%	0,401%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S06	String	CB	3	1	8	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	35,02	70,0	40,32	0,316%	0,316%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S07	String	CB	3	1	8	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,73	97,5	40,32	0,440%	0,440%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S08	String	CB	3	1	8	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,98	102,0	40,32	0,460%	0,460%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S09	String	CB	3	1	8	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	41,29	82,6	40,32	0,373%	0,373%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S010	String	CB	3	1	8	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	54,98	110,0	40,32	0,496%	0,496%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S011	String	CB	3	1	8	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	57,22	114,4	40,32	0,516%	0,516%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S012	String	CB	3	1	8	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	61,85	123,7	40,32	0,558%	0,558%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S013	String	CB	3	1	8	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	64,10	128,2	40,32	0,578%	0,578%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S014	String	CB	3	1	8	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	69,41	138,8	40,32	0,626%	0,626%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S015	String	CB	3	1	8	15	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	71,65	143,3	40,32	0,647%	0,647%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8.S016	String	CB	3	1	8	16	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	90,77	181,5	40,32	0,819%	0,819%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB8	String	CB	3	1	8	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	95	2	2	9	1,25	In contact	72,00	288,0	72,36	0,394%	0,394%	408	1,28	1,00	0,41	0,52	214,12	185,19	28,93	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,213%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,449%								OK	
																								DELTA MAX	0,692%									
CT3.I1.CB9.S01	String	CB	3	1	9	1	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	2,52	5,0	40,32	0,023%	0,023%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S02	String	CB	3	1	9	2	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	18,91	37,8	40,32	0,171%	0,171%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S03	String	CB	3	1	9	3	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	21,13	42,3	40,32	0,191%	0,191%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S04	String	CB	3	1	9	4	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	47,01	94,0	40,32	0,424%	0,424%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S05	String	CB	3	1	9	5	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	49,20	98,4	40,32	0,444%	0,444%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S06	String	CB	3	1	9	6	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	32,69	65,4	40,32	0,295%	0,295%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S07	String	CB	3	1	9	7	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	46,43	92,9	40,32	0,419%	0,419%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S08	String	CB	3	1	9	8	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	48,63	97,3	40,32	0,439%	0,439%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S09	String	CB	3	1	9	9	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	40,83	81,7	40,32	0,368%	0,368%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S010	String	CB	3	1	9	10	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	43,04	86,1	40,32	0,388%	0,388%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S011	String	CB	3	1	9	11	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	50,23	100,5	40,32	0,453%	0,453%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S012	String	CB	3	1	9	12	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	57,60	115,2	40,32	0,520%	0,520%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S013	String	CB	3	1	9	13	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	68,13	136,3	40,32	0,615%	0,615%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9.S014	String	CB	3	1	9	14	1	6	Cu XLPE2	single core cables on non-perforated cable trays	ZZ-F CU SOLAR 1KV	13,02	966,9	13,47	6	1	2	12	1,25	In contact	76,85	153,7	40,32	0,694%	0,694%	58	1,00	1,00	0,70	0,70	40,60	16,84	23,76	OK	OK
CT3.I1.CB9	String	CB	3	1	9	-	11	6	Al XLPE2	ore cable directly buried without additional protection against	AL XLPE 0.6/1KV	143,25	966,9	148,15	150	2	2	9	1,25	In contact	164,0	656,0	51,99	0,530%	0,530%	522	1,28	1,00	0,41	0,52	273,95	185,19	88,75	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,223%								OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,389%								OK	
																								DELTA MAX	0,671%									

7.4 CALCULO DE SECCIONES DE CABLES AC

La conexión Ac entre inversor y Trasformador se realizará mediante pletinas. Al utilizar en este proyecto una Power Station, es decir una estación de potencia donde el inversor, el transformador y toda la aparamenta eléctrica de baja y media tensión es ensamblado en fabrica y suministrado como un único equipo completo, el cálculo de la conexión entre inversor y transformador no es objeto de este anexo.

Para los cables AC en media tensión, los cálculos de éstos están descritos en un anexo independiente del proyecto: 02.07 ANEXO VII. LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN INTERNAS

.

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO III. PUESTA A TIERRA

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 OBJETO. 4

2 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA 5

3 JUSTIFICACIÓN DE SECCIONES A UTILIZAR DE LA RED DE TIERRAS 7

4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA 8

4.1 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 9
4.2 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS CUADROS DE STRINGS (SCB) 9
4.3 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS ELECTRODOS DE LAS ZANJAS DE BT 10
4.4 RESISTENCIA A TIERRA DEL SISTEMA DE SEGURIDAD 10
4.5 RESISTENCIA A TIERRA DEL VALLADO PERIMETRAL 11

5 CÁLCULO DE TENSIONES DE PASOS Y CONTACTO. 12

5.1 CIRCUITO DE GENERACIÓN DE CONTINUA 12
5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 14
5.3 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR 16
5.4 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO 16

6 CONLCUSIONES 17

1 OBJETO.

El objeto del presente documento, concebido como Anexo técnico del Proyecto de Ejecución Administrativo para la planta fotovoltaica “CALERA”, 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 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

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.

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 estructura metálica.

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 generación Campo solar	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.

Las características principales de los componentes de la red de tierras serán:

- Cable de cobre desnudo.
  - Alrededor de Centros de transformación 50 mm2
  - Resto de zonas (vallado perimetral y canalizaciones) 35 mm2
- Picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro, y de 2 metros de longitud.
  - Una en cada caja de nivel de planta.
  - Una en cada esquina del anillo los centros de transformación.
  - Una pica por cada cámara de videovigilancia.
- 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 de 35 mm2.
- 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.

3 JUSTIFICACIÓN DE SECCIONES A UTILIZAR DE LA RED DE TIERRAS

Según la norma UNE-HD 60364-5-54, la sección de la red de tierras debe ser como mínimo la determinada por la fórmula siguiente (aplicable solamente para tiempos de corte no superiores a 5s):

$$S_P \geq \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

SIENDO:

- Sp: Sección del conductor de protección en mm2.
- I: Valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable, en amperios.
- t: Tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos
- k: 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.

En la siguiente tabla se indican las densidades máximas admisibles de corriente de cortocircuito en los conductores de cobre, de los cables aislados con diferentes materiales, en función de los tiempos de cortocircuito, tal y como se definen en el ITC-BT-7. La variable K coincide con el valor de densidad del corriente tabulado para Tcc =0,5 segundo.

	Duración del cortocircuito								
Tipo de aislamiento	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE y EPR	449	318	259	201	142	116	100	90	82
PVC Sección $\leq 300mm^2$	364	257	2100	163	115	94	81	73	66
PVC Sección $> 300mm^2$	322	228	186	144	102	83	72	64	59

Tomando el valor de K=201, Icc=2010,72 A (correspondiente a la corriente de cortocircuito para todos los strings agrupados en el CT) y para un tiempo de t=0,5 s. Sustituimos en la fórmula y tenemos:

$$S_P \geq \frac{\sqrt{2010{,}72^2 \cdot 0{,}5}}{201} = 7{,}07mm^2$$

En nuestro caso hemos usado secciones de 35mm2 y 50mm2.

4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA

La resistividad del terreno es un dato básico, en general puede determinarse al momento del estudio de suelos que se realiza para el proyecto. El objeto es conocer la resistividad del terreno con el fin de determinar la resistencia de la puesta a tierra del campo fotovoltaico.

Para este proyecto no se tiene ningún estudio de resistividad, en este caso se considera un valor de 100 Ω.m. Según la ITC-RAT 13, al estimar un valor de intensidad de cortocircuito a tierra superior a 1000 A y valor de resistividad del terreno a 200 Ω.m, se deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

La resistencia a tierra se puede calcular en base a las siguientes fórmulas:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ω
Placa enterrada	$R_{PLACA} = \frac{0{,}8\rho}{L}$
Pica vertical	$R_{PICA} = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R_C = \frac{2\rho}{L}$

Donde:

- ρ =Resistividad del terreno
- P = perímetro.
- L = Longitud.

Partiendo de estas fórmulas, el cálculo de la resistencia a tierra de la planta se realiza considerando la resistencia a tierra de los diferentes elementos de la misma y que contribuyen al valor de la resistencia a tierra equivalente final de la planta.

4.1 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Este campo fotovoltaico está compuesto de 1 Bloques, y la protección de puesta a tierra de los CT está compuesto por un conductor de cobre desnudo de 50mm2 y 8 picas verticales dispuestas en sus esquinas, la fórmula utilizada para determinar la resistencia de puesta a tierra es la siguiente

$$\frac{1}{R_{anilloCT}} = \frac{1}{R_{8p} + R_C}$$

Donde:

- R_{8p} ≡ La resistencia de las 8 picas.
- R_C ≡ la resistencia del cable.
- R_{CT} ≡ La resistencia equivalente del anillo del CT.

Sustituyendo los valores se tiene:

Bloque CT	R_{CTs}
CT	6,5 Ω

4.2 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS CUADROS DE STRINGS (SCB)

Se colocará una pica por cada uno de los cuadros de agrupación de-string distribuidos a lo largo del sistema, cuyo número es 27. Partiendo se determina la resistencia de puesta a tierra de los SCB según:

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

Sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$R_{PICA} = \frac{100 \cdot \Omega \cdot m}{2 \cdot m} = 50\Omega$$

$$R_{SCB} = \frac{50}{30} = 1{,}66\Omega$$

4.3 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS ELECTRODOS DE LAS ZANJAS DE BT

Para el cálculo de la resistencia a tierra de los electrodos que discurren por las zanjas de BT se dispondrá de un conductor desnudo de cobre de 35mm^2 con una longitud total de 1.800 metros. Utilizando la fórmula:

Obteniendo como resultado una Rc = 0,111 Ω.

4.4 RESISTENCIA A TIERRA DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

De cara al sistema de videovigilancia, se colocará una pica por cada cámara perimetral, sumando un total de 18 picas, que utilizando la fórmula:

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

Sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$R_{PICA} = \frac{100 \cdot \Omega \cdot m}{2 \cdot m} = 50\Omega$$

Considerando las 18 picas totales y la resistencia equivalente de la pica:

$$R_{INV} = \frac{50}{18} = 2{,}78\Omega$$

4.5 RESISTENCIA A TIERRA DEL VALLADO PERIMETRAL

De cara al vallado perimetral se ha considerado la instalación de conductor desnudo de cobre de 50mm2 con una longitud total de 1900 metros que utilizando la fórmula:

$$R_{PICA} = \frac{2\rho}{L}$$

Obteniendo como resultado una $R_{perimetral}$ = 0,105 Ω

Finalmente, en base a todos los datos calculados de puesta a tierra para cada elemento del sistema previamente descrito, se estimará la resistencia total.

R_{CTs}	R_{SCB}	R_{cable}	R_{CCTV}	$R_{perimetral}$	R_{total}
6,5 Ω	1,66 Ω	0,11 Ω	2,78 Ω	0,105 Ω	0,0518 Ω

5 CÁLCULO DE TENSIONES DE PASOS Y CONTACTO.

5.1 CIRCUITO DE GENERACIÓN DE CONTINUA

Según la norma ITC-BT-18 el valor de la resistencia de puesta a tierra será tal que cualquier masa no supere el valor máximo de 24 V (local o emplazamiento conductor) y 50 V (en los demás casos), en este caso se utiliza el caso más restrictivo. Utilizando ley de ohm obtenemos que:

- Corriente Alterna $24V \geq R_A \times I_F$
- Corriente Continua $24V \geq R_A \times I_F$

Donde:

- $R_A \equiv$ Resistencia de puesta a tierra de las masas, determinada en el apartado anterior (Ω).
- $I_F \equiv$ Corriente de defecto de falla (A).

La protección que debe proporcionarse contra los contactos indirectos a los seres humanos en caso de una falta debe desarrollarse tomando en cuenta lo siguiente:

- Disposiciones para el paso de la corriente que resulte de una falla y que pueda pasar a través del cuerpo de una persona.
- Limitar la magnitud de la corriente que resulte de una falla, a un valor no peligroso, la cual pueda pasar por el cuerpo humano sin causar daño.
- Limitar la duración de corriente que resulte de una falla, que puede pasar a través del cuerpo, en un periodo no peligroso.

En relación con la protección contra los contactos indirectos, las aplicaciones del método de conexión de puesta a tierra constituyen un principio fundamental a la seguridad.

A continuación, se procederá a establecer los valores de I_{cc} del lado de DC de la planta en función de las características de los propios módulos instalados:

La tabla siguiente muestra las características generales del módulo usado en la instalación:

DATOS ELÉCTRICOS	
Potencia máxima nominal (Pmáx)	610W
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmp)	45,94V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp)	13,28
Tensión de circuito abierto (Vca)	55,05V
Intensidad de cortocircuito (Icc)	14,16A
Eficiencia del módulo	21,8%
Clasificación de aplicación	Clase II
Tolerancia Potencia	0~+5W
Coeficiente Temperatura de Isc (a_Isc)	++0,046%/C
Coeficiente Temperatura de Voc(p_Voc)	--0,26%/C
Coeficiente Temperatura de Pmax (y_Pmp)	-+0,31%/C
STC	Irradiance 1000W/m2, cell temperatura 25C, AM1.5G

Con los valores anteriores y el diseño de la planta se puede establecer la máxima corriente de cortocircuito en el circuito de regeneración de continua. Asumimos que el caso más desfavorable de todos corresponde al de mayor número de strings aunque en la realidad sería menor dadas las protecciones y configuración eléctrica de los cuadros SCB en continua; en este caso es de 19 strings.

$$I_{cc} = I_{SC} * nº\ strings = 14{,}16 * 16 = 226{,}56$$

El cálculo de la tensión de contacto en caso de falla, en la instalación, se realiza como:

$$V_c = R_A\ x\ I_F$$

$$V_c = 0{,}05098 \text{ x } 2226{,}56 = 11{,}55\ V \leq 24\ V$$

5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el caso de los centros de transformación los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se muestra en la siguiente tabla, según lo indicado en la ITC-RAT-13 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación

Duración de la corriente de falta tF (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V),	Tensión de paso aplicada $U_{pa}=10*U_{ca}$
0,05	735	7350
0,1	633	6330
0,2	528	5280
0,3	420	4200
0,4	310	3100
0,5	204	2040
1	107	1070
2	90	900
5	81	810
10	80	800
20	50	500

Para una duración de la corriente de falta de 0,4 segundos, la tensión de contacto aplicada admisible es de 310 V. El valor admisible de la tensión de paso aplicada se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, 3100V.

Para determinar el valor de la corriente de falla a tierra, necesitamos la corriente máxima de cortocircuito que pueda producirse en la red de la planta, siendo esta en el peor escenario posible la suma de todas las corrientes de cortocircuito de los inversores del CT. Se asumirá 4500A para el inversor:

$$I_F = I_{SC} * nº \text{ inversores} = 4500 * 1 = 4500\ A$$

Con la intensidad de falla se puede obtener la tensión de contacto en la instalación:

$$V_c = R_A \, x \, I_F$$

Así como la tensión de paso:

V_p = 10 x V_c

La siguiente tabla resume los valores obtenidos para los diferentes transformadores y centros de transformación de la planta.

Tensiones de contacto y paso	
Tension de contacto	220,88
Tension de paso	2208,858
Tiempo de despeje de falla	0,40

Se puede comprobar que los valores de las tensiones de paso y contacto calculadas para la instalación no superan las máximas admisibles en ninguna zona del terreno afectada.

También es de gran importancia desde el punto de vista de la seguridad, es el estudio de las posibles tensiones transferidas por tuberías, raíles, conductores de neutro de baja tensión, pantallas o blindajes de cables, vallas y en general, por cualquier elemento metálico que salga de la instalación proyectada y que puede transferir tensiones peligrosas fuera de la instalación de alta tensión.

En el caso de centros de transformación, en la mayoría de los casos, existirán sistemas de puesta a tierra separados para la puesta a tierra del neutro y puesta a tierra general del centro. Solamente se podrá utilizar un sistema único de puesta a tierra cuando el potencial absoluto de puesta a tierra, $V_E = R_A \, x \, I_F$, adquiere un valor inferior o igual a 1000 V. En este proyecto se supone que $V_E = V_C$, por tanto, se utiliza un sistema único de puesta a tierra ($220{,}88 \leq 1000\ V$).

Por último, se debe comprobar el nivel de aislamiento del cuadro de distribución de baja tensión del centro de transformación.

Según la ITC-RAT 13, la tensión soportada por el cuadro de distribución de baja tensión de centro de transformación debe ser de 10 kV durante 1 minuto:

$$V_{aisl_BT_CT} = 10\ kV$$

$$V_{aisl_BT_CT} \geq R_A \, x \, I_F$$

Por tanto, se cumple que la tensión soportada por el cuadro de distribución de baja tensión de 10 kV es mayor de 220,88 V.

5.3 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, 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 datos proporcionados por la compañía, la intensidad máxima de defecto, es de 80 A.

Obteniendo como resultado:

$$Dmin = \frac{100 \cdot 80}{2000 \cdot \pi} = 1{,}27m$$

5.4 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

6 CONLCUSIONES

Para el estudio de puesta tierra del proyecto “CALERA”, 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.

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 medidas siguientes:

- 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.

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO IV. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT)

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

INIDICE

1 MEMORIA DESCRIPTIVA 5

1.1 OBJETO 5
1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT 6
1.3 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR 6
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 6
1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 6
1.4.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 9
1.4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN 9
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 14
1.4.2.6 MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN 15
1.4.3 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA 17
1.4.3.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN 17
1.4.3.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO 17
1.4.3.3 TIERRAS INTERIORES 18
1.4.4 INSTALACIONES SECUNDARIAS 19
1.4.5 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 20

2 CÁLCULOS JUSTIFICAIVOS 22

2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN 22
2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN 23
2.3 CORTOCIRCUITOS 24
2.3.1 OBSERVACIONES 24
2.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 24
2.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN 25
2.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN 25
2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO 26
2.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE 26
2.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA 26
2.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA 26
2.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS 27
2.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN 28
2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, ... 30
2.7.1 FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO 30
2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 34
2.9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 35
2.10 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO 36

2.10.1 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO. 37
2.10.2 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO SEGÚN EL FABRICANTE 40
2.10.3 INFORME DEL FABRICANTE 41

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETO

En este anexo se pretende definir las características y medidas adoptadas para la instalación y puesta en servicio de los Centros de Transformación MT/BT de 1.800 kVA para la interconexión con la Red Eléctrica de la planta Fotovoltaica “CALERA”.

1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT

El Centro de Transformación estará integrado por un transformador de 1.800 kVA y la aparamenta necesaria para la protección de la planta generadora. El CT será de tipo exterior sobre plataforma de hormigón 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, y el Centro de Proteccion, Medida y Control 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

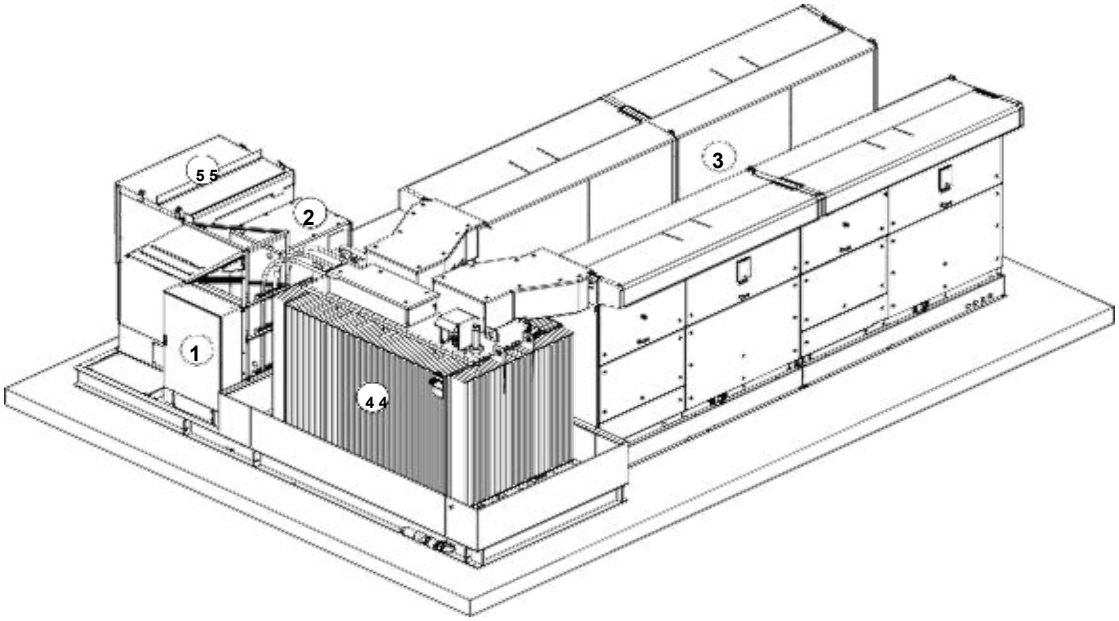
Para el Centro de Transformación de la planta, se prevé una potencia en Baja Tensión de 1.800kWn. Esta potencia prevista está justificada en el correspondiente capítulo de la memoria, referente a la configuración de la instalación fotovoltaica. Se precisa el suministro de energía a 645 V. La potencia instalada por transformador será de 1.800kVA.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

La Power Station es un centro de transformación fotovoltaica de media tensión integrado en una base metálica, disponible para su envío dentro de un contenedor ISO.

Todos los componentes están integrados en la unidad, con excepciones debido a limitaciones de espacio, regulaciones y / o requisitos específicos del cliente. Su diseño se muestra a continuación:



1. Baja tensión y gabinete de comunicaciones
2. Transformador de servicios auxiliares.
3. Inversores INGECON SUN PowerMax TL B
4. transformador de potencia
5. Aparamenta de media tensión

- Tipo de aparamenta

De acuerdo con el diseño de la red de Media Tensión y la potencia requerida por la Power Station.

- Nivel de aislamiento

Según el voltaje nominal de la red. En este caso la Inverter Station será configurada con voltajes de aislamiento de 24kV.

- Cortocircuito

El valor predeterminado es 16 kA - 1s..

- Tipo de transformador

Aislamiento de aceite vegetal (totalmente biodegradable según el estándar IEC 61039).

- Pérdidas de transformador

Pérdidas estándar.

- Proteccion al sobrevoltaje

Protección tipo cardew de acuerdo con NF-C15-100.

- Cumplimiento de las regulaciones

Esta unidad cumple con las siguientes regulaciones:

- IEC62271-202 Subestaciones transformadoras prefabricadas de alta tensión / baja tensión.
- IEC60076 Transformadores de poder.
- IEC62271-200 Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparatos y aparamenta de metal con protección CA.
- IEC61439 Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- NBR-5356.

- Clase de protección

Estas unidades están diseñadas para instalarse en exteriores. A continuación, se muestran las clases de protección de los diferentes elementos.

Clases de protección	
Transformador de potencia (media tensión)	
Terminal de media tensión	IP66
Barra colectora de bajo voltaje (gabinete)	IP54
Cableado de señalización y protección.	IP66
Aparamenta de media tensión	
Recinto externo	IP54
Inversores	
Recinto externo	IP54
Recinto externo con sistema de trampa de arena	IP56
Transformador de servicios auxiliares	
Recinto externo	IP54

- Grado de contaminación

El grado de contaminación para el que se han diseñado las unidades es de grado 3. Debe tomar las medidas adecuadas para proporcionar aire libre de polvo de suficiente calidad en las proximidades de los inversores y el transformador.

- Contaminación acústica

La Power Station genera un zumbido durante el funcionamiento. No debe colocarse en una habitación ocupada ni sobre soportes ligeros que puedan amplificar este zumbido. La superficie de montaje debe ser firme y apropiada para el peso de la unidad.

- Cimentación

Para la ubicación del Centro de Transformación es necesaria una losa de hormigón donse decscandara la Inverter Station. Las dimensiones de esta losa están descritas en los planos del proyecto.

- Etiquetado Centro de Transformación.

El skid, 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: Centro 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, se conectará con el Centro de Protecicon mediante una línea de evacuación de MT. Esta línea tendrá una tensión de servicio de 20kV, 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 3x150mm² de sección, designación RHZ1 2OL 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:

CELDAS:

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:

- Construcción

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 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.

❖ Protección y línea: **CELDA MULTIFUNCIONAL 2L1P CON AISLAMIENTO INTEGRAL EN SF_6**

Celda de media tensión compacta multifuncional con aislamiento integral en SF_6, formada por las siguientes características:

La celda -2L1P de media tensión está constituida por dos funciones de línea y una de protección con interruptor automático de tres posiciones con tecnología de corte en vacío, utilizando como medio aislante gas SF_6 en una única cuba de gas, para protección de transformadores de distribución sin capacidad de reenganche automático.

- La unidad de conmutación está equipada de serie con una bobina de apertura y un relé autoalimentado equipado con protección contra sobrecorriente de fase y neutro. Motorización del interruptor automático disponible bajo pedido.
- Entrada de línea con seccionador y seccionador de puesta a tierra + posición del transformador con interruptor automático con funciones de protección 50-51 y 50N-51N y seccionador de puesta a tierra + salida de línea con seccionador y seccionador de puesta a tierra

Se garantizará al menos el 50% de la carga de precisión del secundario de medida. Si fuese necesario se instalarán cargas artificiales en una caja independiente lo más cercana posible a los transformadores.

❖ Transformador: **TRANSFORMADOR 1.800 kVA 24 KV**

Transformador trifásico elevador de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con simple o doble devanado en el lado de baja tensión y sin neutron accesible en el secundario, de potencia 1.800 kVA y refrigeración natural seco o en aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 645 V.

- <u>Otras características constructivas:</u>

- Regulación en el primario: +/-2.5%,+/-5%,+10%

- Pérdidas y tension de corotcircuito (Ecc):

General Information		MV Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled			
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[3]			
Installation		Indoor or outdoor			
Cooling type		ONAN			
Max. altitude above sea level[4]		4,500 m			
Short-circuit impedance at 75 °C		8%[5]			
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

1.4.2.5 RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL

Con la celda de seccionador se instalarán los reles de protección para:

- 50 ≡ Instantáneo de fase. Protege contra cortocircuitos entre fases en el circuito primario, o cortocircuitos de elevado valor entre fases en el lado secundario. Esta función la realizan los fusibles cuando la celda de protección no incluye un interruptor automático.
- 51 ≡ Sobrecarga de fase. Protege contra sobrecargas excesivas que pueden deteriorar el transformador, o cortocircuitos de varias espiras del devanado primario.

- 50N ≡ Instantáneo de tierra. Protege contra cortocircuitos de fase a tierra o al devanado secundario, desde los devanados e interconexiones en el primario.
- 51N ≡ Fuga a tierra. Protege contra defectos altamente resistivos desde el primario a tierra o al secundario.
- 49T ≡ Termómero. Protege contra temperatura excesiva del transformador.

- 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.

1.4.2.6 MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

El material vario del Centro 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 1x250 Al.

- La terminación al transformador es EUROMOLD de 24kV del tipo enchufable acodada.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

- Interconexiones de BT:

- Centro 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 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

1.4.3.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro 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 50 mm2 y picas de acero cobrizadas, cuya disposición y dimensiones están descritas en el apartado “Calculo de las instalaciones de puesta a tierra”.

1.4.3.2 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 mm2 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 50 mm2.

La profundidad de la instalación de tierras será como mínimo de 50 cm.

1.4.3.3 TIERRAS INTERIORES

Las tierras interiores del Centro 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 mm² 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 50 mm² 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.

1.4.4 INSTALACIONES SECUNDARIAS

- 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 Centro de Transformación, interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro 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.

1.4.5 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los Centros de Transformación o Power Stations 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:

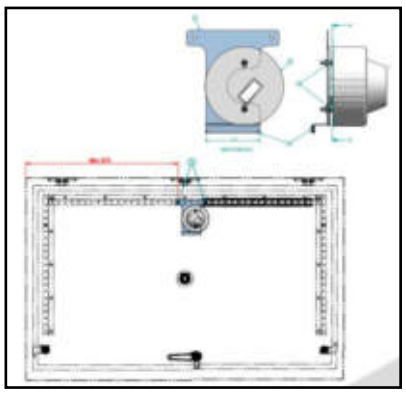
a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores. Se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: 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.

Tanto la Power Station como el inversor disponen de sistemas de prevención y actuación frente a incendios.

El inversor cuenta con un kit con detectores de incendios, si se detecta una temperatura superior a 78ºC el equipo registra una alarma y pasa a estado de paro.

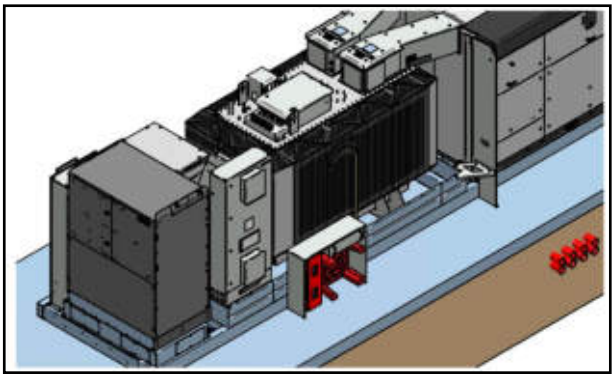
Los detectores se encuentran en la parte interior de la tapa superior del inversor.





La power station también incluirá el kit de panoplias de seguridad. Este kit ayuda a intervenir rápidamente cuando aparece un accidente eléctrico. Contiene los siguientes elementos:

E irá en un armario colocado junto al transformador según se puede observar en la siguiente imagen:



Adicionalmente indicar que se mediaran las siguientes señales para evitar posibles riesgos térmicos que deriven en fuego:

- Temperatura en las fases del inversos
- Temperatura interna en el armario del inversor
- Temperatura del transformador elevador (DGPT2)
- Temperatura del transformador de servicios auxiliares
- Nivel de SF6 en las celdas de media tensión
- Nivel de aceite del transformador elevador (DGPT2)
- Presión del aceite del transformador elevador (DGPT2)

2 CÁLCULOS JUSTIFICAIVOS

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 1.800kVA.

Ip = 51,96 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 645V. En el caso de transformador de 1.800kVA.

Is = 1611,21 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

Centro 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 = 12,49 kA

2.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Transformador 1.800 kVA

Para el transformador de este centro, la potencia es de 1.800kVA en un único devanado de BT, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 645V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 645V en el devanado será, según la fórmula anterior:

Iccs = 26,85 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) = 31,24 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) = 12,49 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 1.800 kVA

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 51,96 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 305 A para un cable de sección de 150 mm2 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

$K = 148\ A \cdot s^{0,5} / mm^2$

$\beta = 228\ K$

$\theta_f = 250^{\circ}C$ temperatura final

$\theta_i = 90^{\circ}C$ 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 del cortocircuito (seg)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
95	28,4	20,1	16,4	12,7	11,6	9,0	7,3	6,3	5,7	5,2
150	44,8	31,7	25,8	20,0	18,3	14,2	11,6	10,0	9,0	8,2
240	71,7	50,7	41,4	32,1	29,3	22,7	18,5	16,0	14,3	13,1

2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN,

En este proyecto el Centro de Tranformacion es un tipo skid o Power Station donde todos lo elementos son de intemerie, incluido el Inversor, por lo cual la ventilación es totalemnet natural.

A continuación, se muetsra la decripcion del facbricante sobre la ventilación sin necesidad de ser calculada por las caracteristicas del centro.

Este documento describe los factores que afectan al comportamiento térmico de los componentes de la central y recomienda un sobredimensionamiento térmico para las centrales solares fotovoltaicas.

Los datos meteorológicos típicos de la temperatura se suelen medir in situ mediante una estación meteorológica que toma la medición a 10 metros de altura. Sin embargo, el comportamiento térmico de los componentes de la central debe considerarse por encima del nivel del suelo.

2.7.1 FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO

EFECTO CALOR NO EVACUADO

Las centrales eléctricas de MT están ubicadas en medio de un gran campo fotovoltaico. Por lo tanto, están rodeados por los paneles de energía fotovoltaica. Además, los componentes de la central eléctrica y los paneles de energía fotovoltaica generan una gran cantidad de calor que afecta directamente al resto de los elementos. Este efecto aumenta la temperatura del aire que reciben los transformadores de potencia de MT y los inversores fotovoltaicos. En consecuencia, esto agrava su correcta refrigeración.

los componentes de la central pueden moverse de uno a otro, dando lugar a los casos de funcionamiento que se detallan a continuación.

La siguiente figura muestra que si la dirección del viento va desde los inversores 3-4 hacia los inversores 1-2, la temperatura de funcionamiento

de los inversores 3-4 será igual a la temperatura ambiente. Sin embargo, la temperatura de funcionamiento de los inversores 1-2 será mayor.

Por lo tanto, el comportamiento térmico de los inversores será diferente y, debido a la temperatura más alta, los inversores 1-2 comenzarán a

limitar la alimentación de CA antes.

EFECTO DEL VIENTO

Aunque el flujo de aire se reduzca, dependiendo de la dirección del viento, el aire caliente generado por los propios componentes de la central puede pasar de uno a otro, dando lugar a los casos de funcionamiento que se detallan a continuación.

Dirección del viento de inversor a inversor

La siguiente figura muestra que si la dirección del viento va desde los inversores 3-4 hacia los inversores 1-2, la temperatura de funcionamiento de los inversores 3-4 será igual a la temperatura ambiente. Sin embargo, la temperatura de funcionamiento de los inversores 1-2 será mayor.

Por lo tanto, el comportamiento térmico de los inversores será diferente y, debido a la temperatura más alta, los inversores 1-2 comenzarán a limitar la alimentación de CA antes.

En el caso de nuestro proyecto al tener un solo inversor en cada Power Station, este efecto no se producirá, siendo la temperatura del inversor igual a la del ambiente.

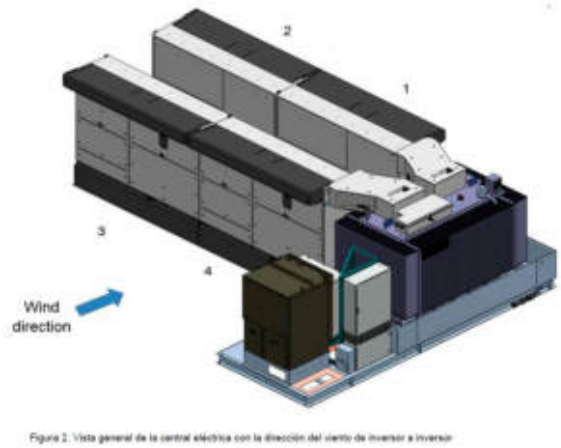


Figura 2. Vista general de la central eléctrica con la dirección del viento de inversor a inversor

Dirección del viento del transformador a los inversores

La siguiente figura muestra que, si la dirección del viento va desde el transformador de potencia de MT hacia los inversores, estos recibirán aire caliente del transformador de potencia de MT. La temperatura de funcionamiento de los inversores no será la misma que la temperatura ambiente, será superior. Por lo tanto, el comportamiento térmico de los inversores será diferente a la temperatura ambiente medida por la estación meteorológica en la planta solar fotovoltaica

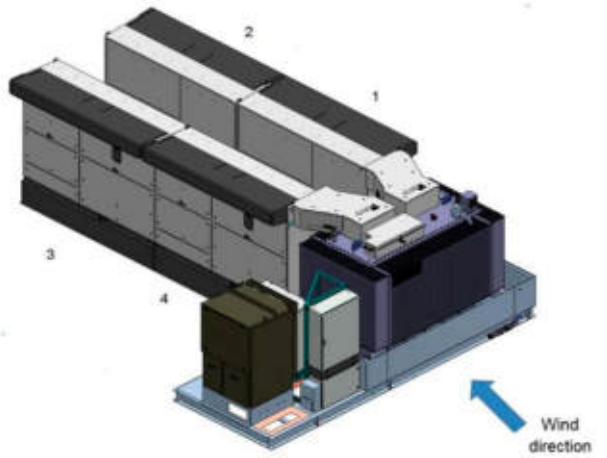


Figura 3. Vista general de la central eléctrica con la dirección del viento desde el transformador hasta los inversores

Como se ha detallado anteriormente, el aire caliente generado por los componentes de la central eléctrica puede pasar de uno a otro y se ha detectado que debido a este efecto térmico, el disipador del inversor puede experimentar un aumento de 2ºC.

Por otro lado, también se ha estimado que el efecto térmico de la radiación solar puede aumentar 1ºC en el disipador del inversor.

En conclusión, el incremento total de temperatura obtenido como suma de estos dos efectos térmicos es de 3ºC respecto a la temperatura ambiente medida por la estación meteorológica en la planta solar fotovoltaica.

DISEÑO DE LA POWER STATION

El diseño de Ingeteam para el transformador de potencia de MT se centra en sobredimensionar la curva de potencia de salida del transformador añadiendo 5ºC a la curva de potencia de salida AC de todos los inversores conectados.

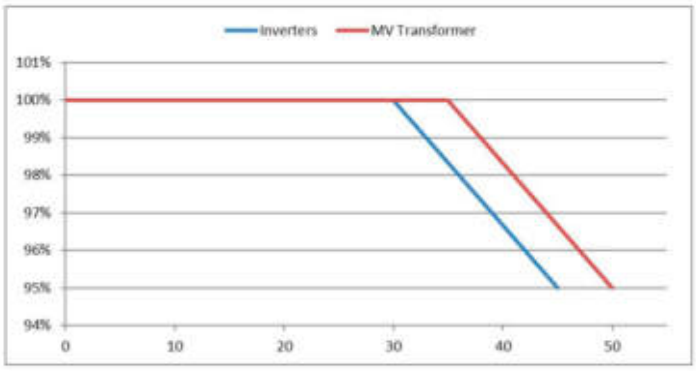


Figura 5. Potencia de salida (pu) vs temperatura ambiente (ºC)

El fabricante del edificio para el centro de transformación propuesto en este proyecto, en este caso de la marca Ingeteam, certifica y garantiza, según la normativa vigente que le diseño de la Power Station de intemperie 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 CT 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: “02.3 ANEXO III. 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)

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

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

Potencia Nominal	C_{036}		B_{036}		A_{036}		Impedancia de cortocircuito
kVA	P_0 W	L_{wA} dB(A)	P_0 W	L_{wA} dB(A)	P_0 W	L_{wA} dB(A)	%
50	230	52	190	52	160	50	4 o 4,5
100	380	56	320	56	270	54	
160	520	59	460	59	390	57	
250	780	62	650	62	550	60	
400	1120	65	930	65	790	63	
630	1450	67	1300	67	1100	65	
800	1700	68	1500	68	1300	66	6
1000	2000	68	1700	68	1450	67	
1250	2400	70	2100	70	1750	68	
1600	2800	71	2600	71	2200	69	
2000	3400	73	3150	73	2700	71	
2500	4100	76	3800	76	3200	73	

NOTA P = sin pérdidas de carga
L_{wA} = nivel de potencia sonora.

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 1.800 kVA es de 71dB. 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 73 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 SEGÚN EL FABRICANTE

Para identifcar extaacmente el calculo de ruido del Centro de Transformacion o Power Staion se incluye el calculo detallado del propio fabricnate de los equipos. El informe se mustra al final de este documento.

En este informe de calculo el fabricante con culye que los resultados de ruidos son los siguientes:

En base al estudio acústico d se puede concluir que:

- La emisión acústica a 10 m es inferior a 66 dBA con el 100% de la carga.
- La emisión acústica a 10 m es inferior a 54,5 dBA con el 50% de carga.

Por lo que cumple las condiciones de no llegar a los limites segun el Real Decreto.

2.10.3 INFORME DEL FABRICANTE

INGECON SUN POWER B SERIES

NOISE EMISSION

NDA REQUIRED

Table of contents

1 INTRODUCTION 3
2 PROCEDURE OF MEASURES 4
2.1 Environment Characterisation 4
2.2 Sound pressure measurements at 1 m TF 0640.1. 5
2.2.1 Measurement scheme 5
2.2.2 Measurement scenarios 5
2.3 Sound pressure level at 10 m 6
2.4 Wide spectrum measurements (40 kHz, distance 1.5m, nominal power, fans 100%) 7
3 CONCLUSION 8

1 INTRODUCTION

The objective of this document is to describe the acoustic features of INGECON SUN Power B Series in order to evaluate the accoustic power in different configurations, the noise levels generated at different distances and to evaluate pressure sound level at frequencies higher than 20 kHz.

The parameter of acoustic power defines the capacity of a source to generated noise and is a parameter which allows a comparison between different inverters. The accoustic power is determined in based of the following standards.

a) ISO 3746:1995. Acoustics – Determination of sound levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over reflecting plane.

b) ISO 9614-1:1993. Acoustics – Determination of sound levels of noise sources using sound intensity – Part 1. Measurement at discrete points.

In these studies have been determined the acoustic power, to evaluate the distance which the sound level generated by the inverter.

Furthermore, wide spectrum measurements (until 40 kHz) were made with the purpouse of analyze if the inverter is able to generate sound pressure level in that frequency range and if so, to evaluate the levels it reaches.

For all of these accoustic measurements have been used a sound level meter and spectrum analyzer Simphonie.

2 PROCEDURE OF MEASURES

2.1 Environment Characterisation

In order to analyze the measurement environment, reverberation time measurements were made to obtain the environmental correction K_2.

The environmental correction K accounts for the influence of undesired sound reflections from room boundaries and/or reflecting objects near the test object. The magnitude of K depends principally on the ratio of the sound absorption area of the test room (A) to the area of the measurement surface (S). The calculated magnitude of K does not depend strongly on the location of the test object in the test room.

The environmental correction K shall be obtained from the next equation with the appropriate value of A/S.

$$K_2 = 10 \cdot \log\left(1 + \frac{4}{A/S}\right)$$

The value of A is given in square meters by the following equation. It is determined by measuring the reverberation time of the test room. Where V is the volume of the test room in cubic metres and T is the reverberation time of the test room in seconds.

$$A = 0.16 \cdot (V/T)$$

The corrected average A-weighted sound pressure level shall be calculated take into account background noise and environmental correction.

2.2 Sound pressure measurements at 1 m TF 0640.1.

2.2.1 Measurement scheme

Due to the size and shape of the inverter with 0,8 m is able to meet the requirements ($d < l_1 \leq 4d, d < l_2 < 4d, 2d < l_3 \leq 5d$). The following picture shows an example of a measuring surface with microphone positions and distances.

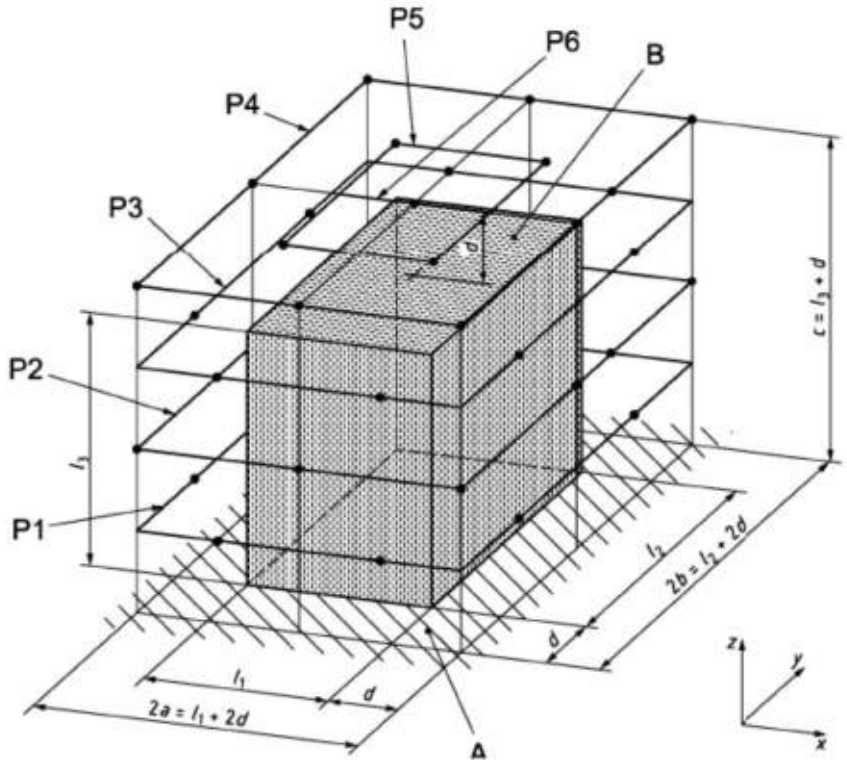


Figure 1. Example of measuring surface with microphone positions and distances.

2.2.2 Measurement scenarios

The following points describe the configurations in which the measurements have been made.

A) Acoustic power without fans and a current of 150 A.

B) Acoustic power with fans at 25% and a current of 800 A.

C) Acoustic power with fans at 50% and a current of 1130 A.

D) Acoustic power with fans at 75% and a nominal power.

E) Acoustic power with fans at 100% and a nominal power.

2.3 Sound pressure level at 10 m

Through of acoustic power obtained for each one of the configurations of the inverter, is possible to calculate the distance will be reached a sound level of 65 dBA. Because this distance depends of measurement environment, free field conditions are used with a reflective surface.

The following equation is used to calculate the distance will be reached a sound level from of acoustic power data.

$$L_w = L_p + 10 \cdot \log(4 \cdot \pi \cdot r^2/Q)$$

Where:

L_w → Acoustic power of the source.
L_p → Acoustic pressure at a certain distance.
r → Distance at which acoustic power is measured.
Q → Directivity factor (for free field conditions Q=2).

In order to determine the distance in which the sound level is 65 dB the above equation is used. The table shows that the sound level is 65 dB at 10 m.

Configuration	A	B	C	D	E
Lw (dBA)	79.00	82.00	82.80	92.60	94.50
Lp1 (dBA)	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
r65 (m)	**2.00**	**2.82**	**3.09**	**9.55**	**11.89**
Lp2 (dBA)	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5
R54.5 (m)	**6.69**	**9.46**	**10.37**	**32.06**	**39.90**
N.P.S 10 m (dBA)	**51.00**	**54.00**	**54.80**	**64.60**	**66.50**

Table 1. Calculations sound pressure level at 10 m.

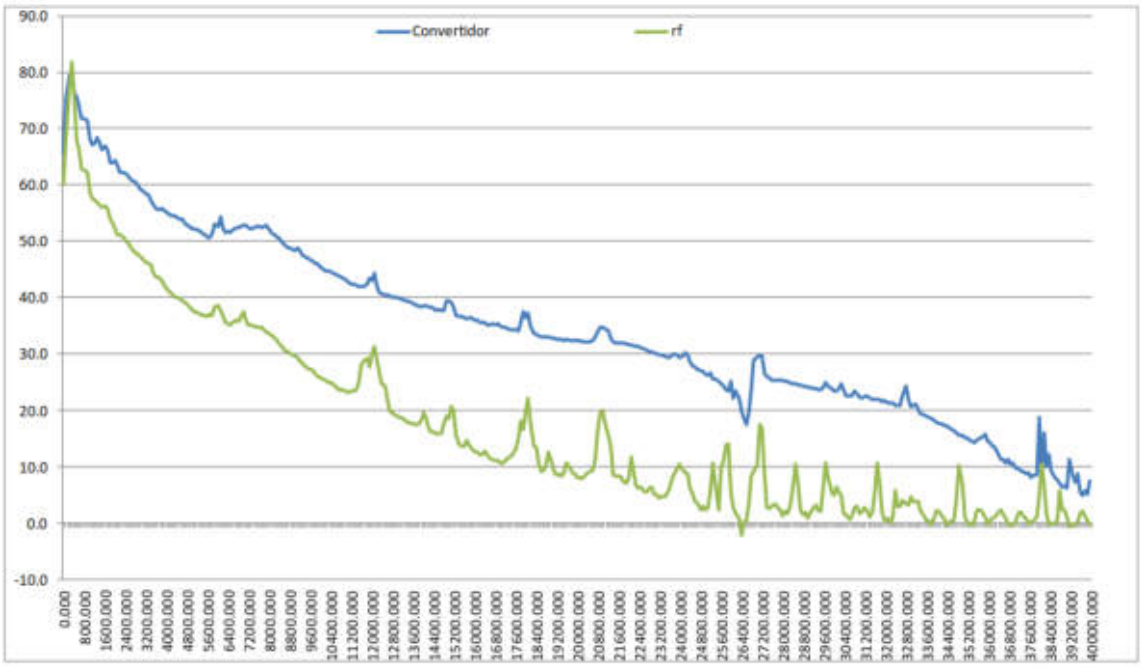
$r65$ → Distance at which a sound pressure of 65 dB is reached.
$r54.5$ → Distance at which a sound pressure of 54.5 dB is reached.
$N.P.S\ 10\ m\ (dBA)$ → Sound pressure at 10 m.

2.4 Wide spectrum measurements (40 kHz, distance 1.5m, nominal power, fans 100%)

The following table shows the spectrum measurements of the inverter in an extended range up to 40 kHz (non-logarithmic scale). The upper curve represents the measurements of the inverter in the face in which the sound pressure generated by the inverter have more influence, while the lower curve is the face with least influence.

In this graph is possible to check that in the worst case, the sound pressure in frequencies above of 20 kHz is 30 dB until 10 dB in frequencies about 40 kHz.

Furthermore, if the above equation is used and that the sound attenuation due to air is between 0,1 and 0,2 dB/m at frequencies higher than 20 kHz, it is estimated that the sound level due to the inverter will be null at 30 m.



Graph 1. Wide spectrum measurements until 40 kHz.

3 CONCLUSION

Based on the acoustic study of the inverter INGECON SUN Power B Series is possible to conclude that:

- The acoustic emission at 10 m is lower than 66 dBA with 100% of load.
- The acoustic emission at 10 m is lower than 54.5 dBA with 50% of load.

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO V. CENTRO DE PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL (CPMC)

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED CALERA E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

INIDICE

1 INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN. MEMORIA DESCRIPTIVA 5

1.1 OBJETO 5
1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CPMC 5
1.2.1 PROTECCIONES 6
1.2.2 TELEMEDIDA 7
1.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 12
1.3.1 OBRA CIVIL 12
1.3.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 12
1.3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 16
1.3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN 16
1.3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN 16
1.3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS. 18
1.3.2.4 RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL 22
1.3.3 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA 29
1.3.3.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN 29
1.3.3.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO 29
1.3.3.3 TIERRAS INTERIORES 30
1.3.4 INSTALACIONES SECUNDARIAS 31
1.3.5 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS 33
1.3.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 34

2 CÁLCULOS JUSTIFICAIVOS 36

2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN 36
2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN 37
2.3 CORTOCIRCUITOS 38
2.3.1 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 38
2.3.1.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN 38
2.3.1.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN 38
2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO 40
2.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE 40
2.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA 40
2.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA 40
2.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS 41
2.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN 42
2.7 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN 42
2.8 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL, ... 43
2.9 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 46
2.10 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 47

2.10.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO. 47
2.10.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO. 47
2.10.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA. 48
2.10.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA PARA EL CPMC. 48
2.10.5 DISEÑO DE LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA 50
2.10.5.1 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN 50
2.10.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN. 52
2.10.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN. 53
2.10.8 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO ADMISIBLES 53
2.10.9 5.9. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL PARA CPMC. 55
2.11 CONCLUSION 56

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 un Centro de Proteccion, Medida y Control para la interconexión con la Red Eléctrica de la planta Fotovoltaica “CALERA”.

El Centro de Proteccion, Medida y Control englobará la apramenta y equipos de proteccion, medida y control exigidos por la compañía para la iterconexion, de este modo en el proyecto se definirá este centro como Centro de Proteccion, Medida y Control (CPMC).

1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CPMC

El CPMC quedará ubicado en una caseta de obra prefabricada de hormigón de la casa comercial Ormazabal, tipo PFU-5/24, donde se conectarán el centro o centros de transformación de la planta fotovoltaica, y desde el cual se evacuará la energía generada en la instalación solar a la red de distribución, todo ello a través de una línea subterránea de MT . Con el fin de reducir las dimensiones del edificio, se ha previsto utilizar celdas prefabricadas para alojar el aparellaje de A.T., el cual irá inmerso en una atmósfera de hexafloruro de azufre (SF6).

Con el fin de garantizar una conexión adecuada de las instalaciones fotovoltaicas a la red de distribución que garantice unas condiciones óptimas de seguridad, funcionamiento y explotación de la red, es preciso dotar a las instalaciones fotovoltaicas de sistemas y equipos específicos de maniobra y protección que no se instalan en otro tipo de instalaciones conectadas a red. Siguiendo los criterios establecidos en el documento MT 3.53.01 “CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN ELECTRICA CONECTADAS A LA RED DE i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES”, y para aquellas instalaciones que se conectan a niveles superiores de tensión a 1 kV a la red de i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, la instalación se deberá dotar de los sistemas de telecontrol, protección y telemedida.

1.2.1 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 de ejecución de la planta fotovoltaica cumple con lo especificado en dicho apartado de ITC-RAT 09 y las especificaciones particulares de la compañía con las siguientes protecciones instaladas:

- **Un relé de máxima y mínima frecuencia (81m-M) conectado entre fases** ajustado a 51,5 Hz y 47,5 Hz con una temporización que será de 0,2 segundos.
- **Un relé de máxima tensión (59) conectado entre fases** ajustado a 1,10 Un y 1,15 Un con una temporización de 1 y de 0,2 segundos respectivamente.
- **Un relé trifásico de mínima tensión (27).** Se ajustará a 0,85 Un con una temporización de 1,5 segundos.
- **Un relé de máxima tensión homopolar (59N)** conectado en triangulo abierto Ajustado a 20 voltios para T/t con secundario en triangulo abierto de tensión nominal 110/3 con una temporización en 0,6 segundos.
- **Relés 51/50: Dos relés de fase y uno de neutro de máxima intensidad,** tiempo inverso, con unidad instantánea y temporizada para detectar faltas en la instalación y provocar el disparo del interruptor de interconexión. El rango de la unidad de disparo instantáneo de fase permitirá su ajuste para el 130% de la intensidad de falta en el lado secundario del transformador de potencia. Iberdrola facilitará para cada instalación los ajustes y el tiempo de actuación de este relé.
- **Protección anti-isla.** Su objetivo es detectar la condición en la que la instalación generadora queda, aunque se da forma transitoria, suministrando energía a terceros en una isla separada del resto de la red de distribución eléctrica.

La instalación estará dotada de un sistema de teledisparo, por apertura del interruptor de Iberdrola.
Para instalaciones generadoras de potencia inferior a 5 MW, como es nuestro caso, se instalará una protección de derivada de frecuencia

Alimentación del sistema de protecciones
Con el fin de garantizar la fiabilidad de la tensión de alimentación del sistema de protecciones, se instalará un dispositivo que garantice la energía de reserva para la actuación de las protecciones y disparo de interruptor en el caso de fallo de la alimentación principal (una bobina de vigilancia de la tensión auxiliar de continua que provocará el disparo del interruptor de interconexión por fallo de la alimentación de Vcc).

1.2.2 TELEMEDIDA

La función del sistema de telemedida es la de informar al Centro de Operaciones de i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES si la instalación generadora está produciendo 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 a la ley 32/2014 de Metrología, al RD 1110/2007 y al RD 244/2019 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.

- • 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.
- 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.
- La medida será siempre accesible y el responsable del punto de medida deberá de garantizar el libre acceso al mismo, según lo dictado en el Art 12 punto D del RD 1110/2007

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.

Tipo de punto	Contadores	
	Activa	Reactiva
2	≤C	≤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	22.000: √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

Este centro tendrá acceso libre, directo y permanente desde la vía pública mediante camino público y camino de servidumbre dejado para ese uso en la parcela donde se ubicará la planta. El acceso a al CPMC se realizará a través de un camino publico existente, denominado “Cantos Hornos” que conecta con la Carretera VA-140, aproximadamente en el p.k. 5.9. Se define ese acceso en los planos anexos.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.3.1 OBRA CIVIL

El Centro de Proteccion, 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.

1.3.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Centro de Proteccion, Medida y Control, – 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 Centro de Proteccion, Medida y Control 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 las paredes frontal y posterior 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 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, 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 Proteccion, Medida y Control, 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 Proteccion, Medida y Control, 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 100 mm de espesor.

- Características detalladas

- Edificio prefabricado: PFU-5/24
  - Tipo de ventilación: Normal
  - Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso
- Dimensiones exteriores
  - Longitud: 6.080 mm
  - Fondo: 2.380 mm
  - Altura: 3.045 mm
  - Altura vista: 2.585 mm
- Dimensiones de la excavación:
  - Longitud: 6.380 mm

- Fondo: 3.180 mm
- Altura: 560 mm

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

- Materiales de seguridad y primeros auxilios.

El CPMC 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 Centro.

- Etiquetado Centro de Proteccion, Medida y Control.

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 Proteccion, Medida y Control, mediante la codificación: [CPMC]-[nº identificación], siendo:

- CPMC: Centro de Proteccion, Medida y Control.
- Nº identificación: enumeración de doble dígito.

1.3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

El Centro de Protección y Medida (CPMC.) se alimenta por medio de una línea subterránea de alta tensión con conductor del tipo RZH1 12/20kV. 3(1x95) mm² K Al + H16, y evacuará la energía producida en la instalación solar fotovoltaica mediante una línea subterránea de alta tensión con conductor del tipo RZH1 12/20kV. 3(1x95) mm² K Al + H16, quedando conectado a la red de distribución.

1.3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

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

CELDAS:

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:

- Construcción

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

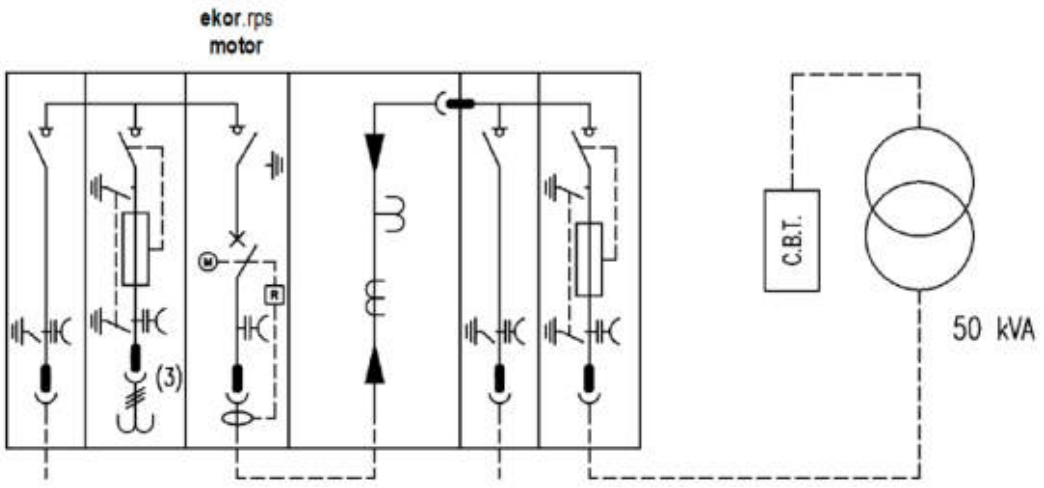
Las características generales de las celdas son las siguientes:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 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.

1.3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS.

EL esquema general de la conexión de celcdas del Centro de Proteccion, es el siguiente:



❖ Celda de linea: **CELDA DE LINEA CGMCOSMOS-L**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-l de linea está constituida por un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra

Esta celda se unirá mecánicamente a las adyacentes para evitar el acceso a los cables. Incluye indicador presencia de tensión.

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]	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	
Interruptor-seccionador			**IEC 62271-103 + IEC 62271-102**	
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	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
Poder de corte de corriente principalmente activa	I_1	[A]	400/630	
Poder de corte - carga de cable / poder de corte carga de línea	I_{bc}	[A]	50/1,5	
Poder de corte bucle cerrado	I_{cc}	[A]	400/630	
Poder de corte de falta a tierra	I_{ef}	[A]	300	
Poder de corte de cables y líneas en vacío en condiciones de falta a tierra	I_{ec}	[A]	100	
Corriente de conmutación de magnetización del transformador		[A]	21	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
Categoría del interruptor				
Endurancia mecánica			1000-M1/5000-M2	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			S-E3	
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	50 Hz: 40/52**/25 60 Hz: 41,6/52**/65
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
Categoría del seccionador de puesta a tierra:				
Endurancia mecánica (manual)			1000-M0	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			S-E2	

* También disponible con U_r = 7,2 kV bajo demanda
** ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA
*** Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

❖ Protección: **CELDA MODULAR DE PROTECCIÓN CON RUPTOFUSIBLE CGMCOSMOS-P**

Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-P o similar, 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. Incluye 3 Transformadores de Tensión

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	
Bajante de transformador	I_r	[A]	200	
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]	n/a	
Interruptor-seccionador			**IEC 62271-103 + IEC 62271-102**	
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	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
Poder de corte de corriente principalmente activa	I_1	[A]	200	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
Categoría del interruptor				
Endurancia mecánica			1000-M1/2000/5000-M2	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			S-E3	
Interruptor-relé combinado (ekor.rpl) corriente de intersección				
I_{trans} de corte según TD_{ma} IEC 62271-105		[A]	1700	1300
Corriente de transferencia combinado interruptor-fusible				
I_{trans} de corte según $TD_{transfer}$ IEC 62271-105		[A]	2300	1600
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]	1 (1/3 s)/3 (1 s)	
Valor de pico	I_p	[kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	
Categoría del seccionador de puesta a tierra:				
Endurancia mecánica (manual)			1000-M0	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			S-E2	

* También disponible con U_r = 7,2 kV bajo demanda
** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA
*** Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

- 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=16kA, 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_r	[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

❖ 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 Proteccion, Medida y Control, 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

1.3.2.4 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 60 ºC
- 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.

1.3.3 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

1.3.3.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Proteccion, Medida y Control, 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 50 mm2 y picas de acero cobrizadas, cuya disposición y dimensiones están descritas en el apartado “Calculo de las instalaciones de puesta a tierra”.

1.3.3.2 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 mm2 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 50 mm2.

La profundidad de la instalación de tierras será como mínimo de 50 cm.

1.3.3.3 TIERRAS INTERIORES

Las tierras interiores del Centro de Proteccion, Medida y Control, 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 mm² 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 50 mm² 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.

1.3.4 INSTALACIONES SECUNDARIAS

Los servicios auxiliares del Centro de Protección serán todos los consumos que existan en la instalación para la correcta operación de dicho centro, tales como fuerza, iluminación, comunicaciones, etc.

En el Centro de Protección se instalará un transformador para dichos servicios auxiliares que estará conectado en su primario, mediante una celda de protección por ruptofusible, a la parte de 20kV del Centro y en su secundario con el Cuadro general de Protección para los SSAA de dicho centro.

- Transformador para SSAA

Las principales características de ese transformador serán:

- Potencia ..... 50 kVA
- Refrigeración ..... AN -seco
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión del primario 20kV
- Tensión del secundario ..... 400/230 V

- Alumbrado

En el interior del Centro de Proteccion, Medida y Control, (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 Centro de Proteccion, Medida y Control.

- 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 Centro de Proteccion, Medida y Control, interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Proteccion, Medida y Control.
- 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.

1.3.5 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

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

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

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

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

De acuerdo al apartado 2 de la ITC-RAT 03 del RD 337/2014, el ensayo tipo de emisión electromagnética del Centro de Proteccion, Medida y Control forma parte del Expediente Técnico, el cual Ormazabal mantiene a la disposición de la autoridad nacional española de vigilancia de mercado, tal y como se estipula en dicha ITC-RAT.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

a) Las entradas y salidas al Centro de Proteccion, Medida y Control de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

1.3.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El Centro de Proteccion, Medida y Control 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) 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.

b) Envolvente del Centro de Proteccion, Medida y Control 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 Proteccion, Medida y Control 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-200.3

2

2 CÁLCULOS JUSTIFICAIVOS

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]

La intensidad de MT considerada es la del bucle, que en este caso es 400 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]

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

2.3 CORTOCIRCUITOS

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.

2.3.1 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

2.3.1.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

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]

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 = 12,46 kA

Todos los elementos de alta Tensión como interruptores, etc. están capacitados para soportar una intensidad de cortocircuito de 16 kA, por lo que su empleo en este centro es correcto

2.3.1.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

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]

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia

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) = 31,16 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) = 12,46 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

No procede

2.7 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN

No procede

2.8 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL,

Los edificios prefabricados de homrigon se encuentran ensayados en laboratorios donde el fabricante certifica que la ventilación natural, en este caso, es la idónea para la potencia del transformador a instalar, en este caso la ventilación la certifica el fabricante. 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 natural para evitar la condensación y refrigerar los transformadores. El uso de ventilación natural 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 Proteccion, Medida y Control 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-5 o similar. El diseño y calculo del edificio es realizado y certificado por el fabricante del centro prefabricado.

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.

Al no incluirse transformadores en esta aplicación, no es necesario que se disponga de ventilación adicional en el Centro.

El fabricante del edificio para el Centro de Proteccion, Medida y Control 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.

Cabe resaltar que el edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 92202-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 99827-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

2.9 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

No procede

2.10 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.10.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA, no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.
No obstante, se determina la resistividad media en 150 ohm x m.

2.10.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO.

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

De la red:

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

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

2.10.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

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

En este tipo de centros, el electrodo de Puesta a Tierra estará formado por disposiciones lineales, realizándose la salida al exterior en cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos, y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de los cables de alimentación del centro.

En todas las configuraciones se utilizarán electrodos de pica de 14 mm. de diámetro y una longitud de 2m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. como mínimo.

2.10.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA PARA EL CPMC.

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio:	$\mathbf{Ur} = 15\ \mathbf{kV}$
Limitación de la intensidad a tierra	$Idm = 500\ A$
Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:	$Vbt = 10.000\ V$

Características del terreno:

Resistividad de tierra	$\boldsymbol{\rho 0 = 150\ \Omega \times m}$
Resistividad del hormigón	$\rho'0 = 3.000\ \Omega \times m$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del centro, y la intensidad del defecto salen de

$$Id \times Rt \leq Vbt$$

Siendo,

Id Intensidad de falta a tierra en A

Vbt Tensión de aislamiento en baja tensión en V

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$Id = Idm$$

Siendo:

Idm *Limitación de la intensidad de falta a tierra en A*

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$Id = \mathbf{500}\ A$$

Así pues, la resistencia total de puesta a tierra preliminar resulta:

$$Rt = \mathbf{20}\ \Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un Kr más cercano inferior o igual al calculado para este caso y para este centro.
Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r < \frac{R_t}{\rho_0}$$

Siendo,

Rt *Resistencia total de puesta a tierra Ω*

Kr *Coeficiente del electrodo*

ρ_0 *Resistividad del terreno en Ωm*

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

$$Kr \leq \mathbf{0{,}133}$$

2.10.5 DISEÑO DE LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

2.10.5.1 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

La configuración adecuada para el Centro de Protección y Medida (CPMC.) tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: código 50-30/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Geometría del sistema: anillo
- Dimensiones de la red [m]: 5 x 3 m
- Profun. electrodo horiz. [m] : 0,5 m
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas [m]: 2 m Parámetros característicos del electrodo:
- De la resistencia Kr = 0,093 V/Ω m
- De la tensión de paso Kp = 0,021 V/(Ω mA)
- De la tensión de contacto Kc = 0,0461 V/(Ω mA) Descripción:

Estará constituida por un rectángulo de 5m x 3m con 4 picas en los vértices unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrará el electrodo horizontal a una profundidad de 0,5 m.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

- En el piso del Centro de Proteccion, Medida y Control se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- Las picas en hilera a instalar se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R't = Kr \times \rho 0$$

Siendo:

$R't$	*Resistencia total de puesta a tierra Ω*
Kr	*Coeficiente del electrodo*
ρ_0	*Resistividad del terreno en Ωm*

Por lo que para el Centro de Proteccion, Medida y Control:

$$R't = 13{,}95\ \Omega$$

Y la intensidad de defecto real:

$$I'_{dmax} = \frac{U_{smax}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}};$$

Siendo,

U	*Tensión de servicio en V*
Xn	*25 Ω Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red*
Rt	*Resistencia total de puesta a tierra Ω*
Rn	*0 Ω Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la re*

I'd = 500A

2.10.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'd = R't \times R'd$$

Siendo,

$R't$	*Resistencia total de puesta a tierra en Ω*
$R'd$	*Intensidad de defecto en A*
$V'd$	*Tensión de defecto en V*

Por lo que para el caso:

$$V'd = 6.975\ V$$

Cálculo de las tensiones de acceso a la instalación para CPMC.

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

$$V'c = Kc \times \rho 0 \times I'd$$

Siendo,

Kc	*Coeficiente*
$I'd$	*Intensidad de defecto en A*
ρ_0	*Resistividad del terreno en Ωm*
$V'c$	*Tensión de paso en el acceso en V*

Por lo que para el caso:

$$V'c = 3.457{,}5\ V$$

2.10.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V'p = Kp \times \rho 0 \times I'd$$

Siendo,

Kp	*Coeficiente*
ρ_0	*Resistividad del terreno en Ω x m*
$I'd$	*Intensidad de defecto en A*
$V'p$	*Tensión de paso en el exterior en V*

Por lo que para el caso:

$$V'p = 1.575\ V$$

2.10.8 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO ADMISIBLES.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

De acuerdo a la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.2 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

Uca = 528 V

La tensión de paso en el exterior es:

$$Up = 10 * U_{ca} \left|1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_0}{1000}\right|$$

Siendo,

K	*Coeficiente*
t	*Tiempo total de duración de la falta en s*
n	*Coeficiente*
$\boldsymbol{\rho_0}$	*Resistividad del terreno en Ω x m*
Vp	*Tensión admisible de paso en el exterior en V*

Por lo que, para este caso

$$Vp = 31.152\ V$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000}\right]$$

Siendo,

K	*Coeficiente*
t	*Tiempo total de duración de la falta en s*
n	*Coeficiente*
$\boldsymbol{\rho_0}$	*Resistividad del terreno en Ω x m*
$\boldsymbol{\rho'_0}$	*Resistividad del hormigon en Ω x m*
$\boldsymbol{Vp_{(acc)}}$	*Tensión admisible de paso en el acceso en V*

Por lo que, para este caso

Vp(acc) = 76.296 V

Comprobamos ahora que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

V'p = 1.575 V < Vp = 31.152 V

- Tensión de paso en el acceso al centro:

V'p(acc) = 3.457,5 V < Vp = 76.296 V

- Tensión de defecto:

V'd = 6.975 V < Vp = 10.000 V

- Intensidad de defecto:

Ia = 50 A < Id = 500 A < Idm = 500 A

2.10.9 5.9. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL PARA CPMC.

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

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

2.11 CONCLUSION

Con todo lo anteriormente expuesto y los documentos que se acompañan, el Técnico que suscribe da por justificados los cálculos asociados al presente proyecto, elaborándolos para su estudio y comprobación por los organismos que corresponda, quedando a disposición de los mismos para cuantas aclaraciones estimen oportunas.

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO VI. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

ID Energy Group

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO. MEMORIA DESCRIPTIVA 5

1.1 INTRODUCCIÓN 5
1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES 5
1.2.1 MATERIALES 5
1.2.1.1 ENVOLVENTE Y OBRA CIVIL 5
1.2.1.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 6
1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN 8
1.2.2.1 DIMENSIONES 8
1.2.2.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS 9
1.2.2.3 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM) 10
1.2.2.4 GRADO DE PROTECCIÓN 10
1.2.2.5 VENTILACIÓN 10
1.2.2.6 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS 11
1.2.2.7 EQUIPOTENCIALIDAD 11
1.2.2.8 RED SUBTERRÁNEA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 20KV 11
1.2.2.9 ALUMBRADO 12
1.2.2.10 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD 12
1.2.3 UBICACIÓN, ACCESOS Y AFECCIONES 13
1.2.3.1 UBICACIÓN 13
1.2.3.2 ACCESOS 13
1.2.4 PUESTA A TIERRA 13
1.2.4.1 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA 14
1.2.4.2 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 14
1.2.4.3 LÍNEAS DE TIERRA 15
1.3 APARAMENTA 17
1.3.1 CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS EN ALTA TENSIÓN. 17
1.3.2 CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS EN BAJA TENSION. 17
1.3.3 CELDAS DE ALTA TENSIÓN 18
1.4 CAMPOS MAGNÉTICOS 18
1.5 RUIDOS 19

2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO. CÁLCULOS 20

2.1 CÁLCULOS 20
2.2 CÁLCULOS DE CABLE 21
2.3 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL CENTRO 21
2.3.1 DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA CORROSIÓN Y LA RESISTENCIA MECÁNICA 21
2.3.2 DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA RESISTENCIA TÉRMICA 22
2.3.3 DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS 22
2.3.4 INTENSIDAD DE PUESTA A TIERRA Y DURACIÓN DE FALTA DE PUESTA A TIERRA 24
2.3.5 RESISTIVIDAD SUPERFICIAL DEL SUELO 24
2.3.6 DISEÑO PRELIMINAR DE PAT GENERAL 25
2.3.7 MEDIDA DE SEGURIDAD ADICIONALES 26
2.3.8 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PAT GENERAL 27
2.3.9 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO (U'_C), PASO (U'_P) Y DEFECTO (U'_D) EN LA INSTALACIÓN 27
2.4 RESULTADOS 28

1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓN

Se instalará un centro de seccionamiento, del que se cederá la propiedad a i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, que conectará la red de distribución con la planta PV, en el extremo externo de la línea de MT proyectada. Estará conectado con el Centro de Transformación, Protección, Medida y Control de la planta mediante la mencionada línea. Posee celdas para la conexión a la red de distribución (entrada y salida), así como conexión con la planta y servicios auxiliares.

El centro de seccionamiento será de envolvente prefabricada de maniobra exterior del tipo EPSSI-24 cumplirá con las características generales especificadas en el documento NI 50.40.10 “Especificación Particular Envolventes prefabricadas de hormigón, para Centros de Seccionamiento independientes de superficie, de maniobra exterior, para conexión de instalaciones particulares, hasta 24 kV”.

Constará de los correspondientes elementos, materiales y aparatos eléctricos con el fin de distribuir la energía eléctrica, así como elementos secundarios e internos, como tierras, para la protección y seguridad de las personas y de la propia instalación.

El CS c Envolvente monobloque de hormigón tipo kiosko, de instalación en superficie y maniobra exterior CMS-21, de dimensiones exteriores de 2.355 mm de largo por 1.370 mm de fondo por 1.920 mm de altura vista.

1.2 Características generales

Las características generales que se describen seguidamente:

- Materiales.
- Características de la instalación.
- Ubicación, acceso y afecciones.
- Puesta a tierra.

1.2.1 Materiales

1.2.1.1 Envolvente y obra civil

Todas las características en los materiales de carpintería, cerrajería, eléctricas y mecánicas de la envolvente del CS cumplirán con lo especificado en norma UNE-EN 62271-202.

En caso que exista la tubería de desagüe estará conectada mediante tubo con la red de alcantarillado de la zona.

1.2.1.2 Instalación eléctrica

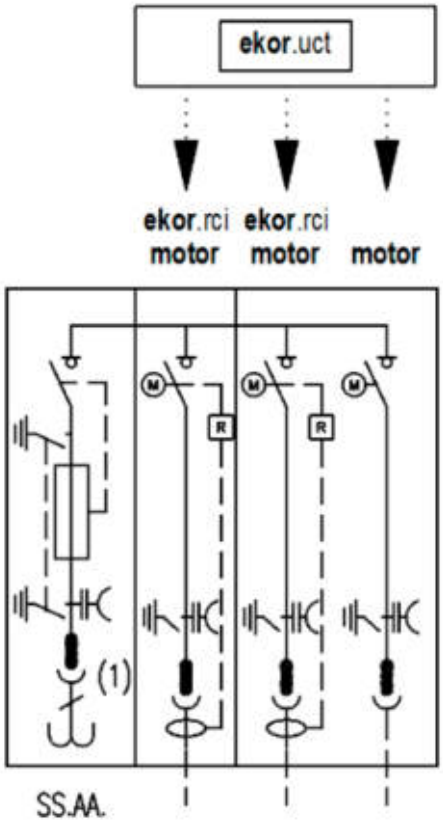
La instalación eléctrica corresponde a los aparatos y materiales eléctricos que integran y constituyen propiamente el centro, bien como elementos fundamentales con el fin de distribuir la energía eléctrica, o bien como elementos secundarios, como tierras, seguridad para las personas, protección contra incendios.

Dentro del primer grupo (elementos fundamentales), existirán:

- Celdas de alta tensión
    - Celdas de línea.

Se utilizará una celda de Servicios Auxiliares. La alimentación de BT será suministrada a través del secundario del transformador de tensión alojado en el compartimento de cables. La conexión de BT se realizará en bornas del cuadro de Servicios Auxiliares que estará en la propia celda.

El esquema general del Centro de seccionamiento es el siguiente:



1.2.1.2.1 Celdas de alta tensión

Las celdas a utilizar, serán las siguientes:

- Celdas de línea.

  Son las que se utilizan para las operaciones de maniobra en alta tensión, conectadas a los cables de entrada o salida.

  Como se indica en los planos unifilares, existirán tres posiciones de línea.

  El número de posiciones de línea telecontroladas será de2 dos posiciones de líneas del centro. Las celdas a telecontrolar serán las destinadas a celdas de interconexión, así como la celda de salida hacia la red de distribución.

Corresponderán a celdas prefabricadas bajo envolvente metálica con corte y aislamiento en atmósfera de SF6.

La corriente asignada en servicio continuo será de como mínimo 400 A.

La corriente asignada de corta duración será de 16 kA.

El conjunto de celdas incorporará los elementos de comunicación por GPRS (remota y router) y una alimentación segura para telecontrol. También incorporará los elementos necesarios para la función de Detección de Paso de Falta (DPF) Direccional (relé DPF, sensores de tensión, sensores de corriente), así como la monitorización remota de la presión del SF6 de cada posición a telecontrolar.

1.2.1.2.2 Servicios auxiliares

La alimentación de los servicios auxiliares del centro, se realizará únicamente desde un transformador de tensión inductivo bipolar y bitensión. El secundario de este transformador dispondrá de dos fusibles cilíndricos gG de 10 A, según normas UNE-EN 60269-1 y HD 60269-2, con su base portafusible correspondiente.

Relación de transformación asignada	V	20.000/230
Potencia límite térmica mínima	VA	300
Frecuencia asignada	Hz	50
Intensidad térmica de cortocircuito asignada (Ith)	kA / seg	16kA / 1 seg
Intensidad dinámica asignada (Idyn) (2,5 x Ith)	kA	40
Nivel de aislamiento asignado para el arrollamiento primario	-	20 kV
Tensión más elevada para el material Um (valor eficaz)	kV	24 kV
Tensión soportada asignada a frecuencia industrial (valor eficaz)	kV	38
Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo (valor de cresta)	kV	95
Nivel de aislamiento asignado a los componentes de baja tensión	-	-
Tensión soportada asignada a frecuencia industrial (valor eficaz)	kV	3
Factor de tensión asignado	-	1,2 (funcionamiento continuo) 1,9 (8 horas)
Funcionamiento en red de MT con neutro aislado.		Sí

1.2.2 Características de la instalación

1.2.2.1 Dimensiones

Las dimensiones del CS deberán permitir:

a) El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.

b) La ejecución de las maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según ITC-RAT-14.

1.2.2.2 Características eléctricas

1.2.2.2.1 Tensión prevista más elevada para el material

La tensión prevista más elevada del material será la indicada en la Tabla 3.

Tensión asignada (U) (Valor eficaz) (kV)	Tensión más elevada para el material (Valor eficaz) (kV)	Tensión de ensayo al choque (Valor cresta) (kV)	Tensión de ensayo a frecuencia industrial (Valor eficaz) (kV)
U < 20	24	125	50

1.2.2.2.2 Tensión soportada en baja tensión

A los efectos del nivel de aislamiento, los materiales de baja tensión instalados para los servicios propios del CS, deberán ser capaces de soportar, por su propia naturaleza, tensiones de hasta 10 kV a frecuencia industrial y de 20kV a impulso tipo rayo (1,2/50 ps).

1.2.2.2.3 Intensidades de cortocircuito

Las intensidades de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto serán, en cada caso, determinados o facilitados por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES. No obstante, la intensidad máxima de cortocircuito de la red de distribución de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES se establece en 16 kA.

Los materiales de alta tensión instalados en el centro, deberán ser capaces de soportar dichas solicitaciones. A este efecto, deberán tomarse en consideración las características de dichos materiales, definidas en las correspondientes normas UNE que les sean de aplicación.

Se preverán los elementos de seguridad suficientes que eviten la explosión de la envolvente en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape en su caso de los fluidos (gases, líquidos, etc.) para evitar posibles daños a las personas. En el caso de CS con envolvente prefabricada (CS), será de aplicación la norma UNE-EN 62271-202.

1.2.2.2.4 Protección contra sobretensiones

Al tratarse de instalaciones alimentadas mediante cables subterráneos, no es necesario tomar ninguna precaución en lo que a la protección contra sobretensiones de origen atmosférico se refiere.

1.2.2.3 Compatibilidad electromagnética (CEM)

El CS está diseñado para minimizar en el exterior de la instalación los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones según lo indicado en el apartado 4.7 de ITC-RAT-14.

En el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se establecen los valores máximos admisibles de campo magnético.

Campo magnético B [µT]: 100

1.2.2.4 Grado de protección

Durante las operaciones de mantenimiento o explotación en el CS y con las puertas abiertas, se tomarán otras precauciones para la protección de las personas.

De acuerdo con la norma UNE-EN 62271-202, el grado de protección mínimo de la envolvente del CS prefabricado será IP23D.

1.2.2.5 Ventilación

Los huecos destinados a la ventilación estarán protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán dispuestos o protegidos de forma que, en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Tendrán la forma adecuada o disponer de las protecciones precisas para impedir la entrada del agua de lluvia.

No existirá ninguna ventana o hueco practicable a una distancia inferior de las rejillas de ventilación de:

- 2 m en el plano vertical.
- 0,5 m en el plano horizontal.

De acuerdo con la norma UNE-EN 62271-202, la refrigeración del CS será por ventilación natural.

Las aberturas de ventilación tendrán un grado de protección igual al de la envolvente, es decir, IP23D y la envolvente será de clase 10 K, según clasificación de la norma UNE-EN 62271-202.

Por tanto, según lo anterior y lo establecido en el proyecto tipo de iberdrola, MT 2.11.20, aprobado y vigente en el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y que igualmente fue aprobado y calificado como apto oficialmente por el LCOE se entiende que queda justificada la ventilación del Centro de Seccionamiento.

1.2.2.6 Sistemas contra incendios

Los materiales de la envolvente deben ser no inflamables conforme a UNE- EN 62271-202.

De acuerdo con el apartado 5.1.b) de ITC-RAT-14:

- no será necesario disponer de un sistema fijo de extinción automático.
- en instalaciones que no dispongan de personal fijo, si existe personal itinerante con misión de vigilancia, mantenimiento y control, estos deberán estar provistos en sus vehículos como mínimo de dos extintores de eficacia 89 B, no siendo necesaria la instalación de extintores en el CS proyectado.

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES cuenta con personal itinerante con misión de vigilancia, mantenimiento y control cuyos vehículos van provistos de dos extintores de eficacia 27A- 183BC, cumpliendo lo establecido en el apartado anterior.

Por tanto, según lo anterior y lo establecido en el proyecto tipo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, MT 2.11.20, aprobado y vigente en el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y que igualmente fue aprobado y calificado como apto oficialmente por el LCOE se entiende que queda justificada el sistema contra incendios del Centro de Seccionamiento.

1.2.2.7 Equipotencialidad

El CS será equipotencial de acuerdo con lo especificado en la norma UNE-EN 62271-202.

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del CS no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

1.2.2.8 Red subterránea de distribución de energía eléctrica de 20kV

1.2.2.8.1 Líneas de alimentación

Las líneas de alimentación al centro son subterráneas.

1.2.2.8.2 Cables subterráneos

Los cables utilizados serán unipolares de aluminio RHZ1-2OL de sección 400 mm2, tensión nominal 12/20kV, aislamiento de polietileno reticulado, pantalla de alambres helicoidales de cobre de 16 mm2 de sección, doble obturación longitudinal contra la penetración de humedad y cubierta exterior de poliolefina.

La conexión de la línea al centro se realizará mediante conectores enchufables en T simétrica apantallados conforme a norma UNE 211028 y con las dimensiones definidas por el tipo de superficie de contacto C según la norma UNE-EN 50181.

1.2.2.9 Alumbrado

Para el alumbrado interior del CS se dispondrá de un punto de alumbrado con fijación magnética, debidamente protegido, que no se encontrará fijado sino que con una longitud de cable suficiente se pueda situar en el lugar más adecuado del centro para cada caso en concreto. Se realizará con una lámpara de bajo consumo que garantice un nivel de iluminación de 200 lux en las zonas de maniobra y operación.

Los puntos de luz se instalarán de forma que no puedan ser manipulados o expoliados y estarán convenientemente protegidos. La sustitución de lámparas se podrá efectuar sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso.
Todos los materiales dispondrán de marcado CE.

1.2.2.10 Señalizaciones y material de seguridad

Los CS cumplirán con las siguientes prescripciones:

- El Lema Corporativo estará en la puerta de acceso al centro.
- Las puertas de acceso al CS llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- En un lugar bien visible del CS se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- La instalación de baja tensión para el servicio propio del centro llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la norma UNE- EN 61008.
- Cartel de las 5 reglas de oro.
- Deberán estar dotados de bandeja o bolsa porta documentos, con la siguiente documentación:
    a) Manual de instrucciones y mantenimiento del centro.
    b) Protocolo de ensayo del transformador de tensión (si existe).
    c) Declaración de conformidad de las celdas AT o declaración de conformidad del centro de seccionamiento prefabricado, según proceda.
    d) Documentación técnica.

1.2.3 Ubicación, accesos y afecciones

1.2.3.1 Ubicación

La ubicación del CS se muestra en los planos del presente proyecto de ejecución.

La envolvente de hormigón será de superficie y se diseñará según norma UNE-EN 62271-202.

La ubicación se realizará en un terreno llano que es capaz de soportar una presión de 1 kg/cm2, de tal manera que el funcionamiento del CS no sea alterado por la presencia de edificios o instalaciones anejas.

La servidumbre donde se ubica el CS se cederá a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES

1.2.3.2 Accesos

Se accederá al CS directamente desde una vía pública.

El CS deberá disponerse de forma que quede cerrado para impedir el acceso de las personas ajenas al servicio.

El acceso al interior de un CS de la red de distribución de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES será exclusivo para el personal autorizado por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES.

La puerta de acceso tendrá las dimensiones adecuadas para permitir la maniobrabilidad de los elementos que lo componen. Al ser una instalación de maniobra exterior y trabajarse con las puertas de acceso abiertas se tomarán medidas preventivas que impidan el acceso inadvertido de personas ajenas al servicio.

El acceso a las máquinas y aparatos principales deberá ser fácil y permitirá colocarlos y retirarlos sin entorpecimiento, mediante dispositivos externos, como un camión grúa, de manera que no precise la instalación de medios auxiliares en el propio CS.

Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de elementos pesados del CS, los accesos tendrán la correspondiente señalización de prohibido aparcar.

1.2.4 Puesta a tierra

El CS estará provisto de una instalación de puesta a tierra general donde se conectarán los elementos correspondientes.

Al diseñarse los electrodos de puesta a tierra se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.

- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

El diseño de los sistemas de puesta a tierra del CS se efectúa mediante aplicación de la ITC-RAT-13.

En el Aparatdo de Calculos se contempla el proceso de diseño y cálculo del sistema de puesta a tierra a seleccionar.

1.2.4.1 Elementos a conectar a tierra

Por motivos de protección, se conectarán a tierra, cuando los hubiese, los siguientes elementos:

- Masas de alta tensión.
- Masas de baja tensión.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Armaduras metálicas interiores.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Bornes para la puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Armadura de la envolvente prefabricada, si la hay.
- Aparamenta de MT, que estará conectada al cable de tierra por dos puntos.
- Las puertas y rejillas.
- Cualquier armario metálico instalado en el CS, así como los armarios de telegestión y comunicaciones.

Los elementos conectados a tierra, no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.

Por motivos de servicio, se conectarán a esta tierra, cuando los hubiese, los siguientes elementos:

- Circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección.

1.2.4.2 Elementos constitutivos del sistema de puesta a tierra

Las instalaciones de puesta a tierra estarán constituidas por los electrodos enterrados y por las líneas de tierra (tierras interiores) que conecten dichos electrodos a los elementos que deben quedar conectados a tierra.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra en el centro son:

- Líneas de tierra
- Electrodos de puesta a tierra

- Cajas de medida

Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra, estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas, químicas o de cualquier otra índole.

1.2.4.3 Líneas de tierra

Están constituidas por conductores de cobre.

se emplearán los siguientes cables dependiendo del nivel de tensión de la instalación:
- Hasta 20 kV: Cable desnudo de aleación de aluminio D 56
- Para 30 kV: Cable desnudo de aleación de aluminio D 110

La tierra interior general estará realizada con:

- con conductor desnudo de aluminio de 50 mm2 de sección (como mínimo).

1.2.4.3.1 Electrodos de puesta a tierra

Estarán constituidos por cualquiera de los siguientes elementos:

- Picas (electrodo vertical): picas de acero-cobre según UNE 21056.

Se emplearán picas cilíndricas de acero-cobre, nunca de hierro, de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

- Conductores enterrados horizontalmente (electrodo horizontal) y su conexión con las líneas de tierra interior.

El electrodo de puesta a tierra de protección, estará formado por un anillo perimetral de cobre desnudo de 50 mm^2, enterrado a 0,5 m de profundidad, y separado 1 m de las paredes del Centro de Transformación. Este cable saldrá de la caja de seccionamiento de protección del Centro, estando incluida su conexión con la caja y sellado del pasacables por donde sale el cable desde el Centro 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).

En el exterior del Centro, 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.

1.2.4.3.2 Cajas de medida

Se dispondrá de un punto accesible de la red de tierra general para la medida de esta. Este punto estará debidamente protegido, señalizado y conectará con la red exterior de puesta a tierra general, debiendo ser seccionable.

Los puntos de medida de tierra se presentarán en una envolvente con tapa transparente descansando en su interior sobre un zócalo aislante. El conjunto deberá poseer un grado de protección IP 54 según la norma UNE 20324 y se verificará un nivel de aislamiento aplicando:

- 3 impulsos de 20 kV tipo rayo
- 10 kV eficaces en ensayo de corta duración a frecuencia industrial durante 60 seg, en posición de montaje.

1.3 APARAMENTA

1.3.1 Características asignadas en alta tensión.

CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS MT		
Tensión asignada (kV)		24
Frecuencia asignada (Hz)		50
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor cresta) (kV)	A tierra, entre polos y entre bornes del seccionador en carga abierto	125
	A la distancia de seccionamiento	145
Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto (valor eficaz) (kV)	A tierra, entre polos y entre bornes del seccionador en carga abierto	50
	A la distancia de seccionamiento	60
Intensidad asignada servicio continuo (A)	Interruptor-seccionador de línea	400
Intensidad admisible corta duración (valor eficaz) (A)		16kA/1s
Valor de cresta de la intensidad admisible (kA)		40
Poder de cierre sobre cortocircuito (valor cresta) (kA)		40
Poder de corte sobre transformadores en vacío (valor eficaz) (A)		10
Poder de corte sobre cables en vacío (valor eficaz) (A)		25

1.3.2 Características asignadas en BAJA TENSION.

CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS BT		
Tensión asignada (V)		440
Frecuencia asignada (Hz)		50
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor cresta) (kV)		20
Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto (valor eficaz) (kV)	Entre partes activas y masa	10
	Entre partes activas de polaridad diferente	2,5
Intensidad de cortocircuito (valor eficaz) (A)		12kA/1s
Valor de cresta de la intensidad admisible (kA)		30

1.3.3 Celdas de alta tensión

Se emplearán celdas prefabricadas bajo envolvente metálica, con corte y aislamiento en atmósfera de SF6 según la norma UNE-EN 62271-200.

El conjunto de celdas incorporará los elementos de comunicación por GPRS (remota y router) y una alimentación segura para telecontrol.

También incorporará los elementos necesarios para la función de Detección de Paso de Falta (DPF) Direccional (relé DPF, sensores de tensión, sensores de corriente), así como la monitorización remota de la presión del SF6 de cada posición a telecontrolar.

El CS constará de celda compacta de 3 funciones de línea y 1 de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-3L+1P SS.AA. 2TC+TT I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES 01859313, corte y aislamiento integral en SF6. Contiene:

- 1L – interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400 / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión.

- 2L – interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400 / Icc= 16kA. Con mando motor (Clase M2, 5000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión.

- 1P – interruptor rotativo II con conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24kV, In=400 / 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.

- Armario telecontrol completo.

1.4 CAMPOS MAGNÉTICOS

Los conductores y equipos de los centros de seccionamiento cumplen con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de Mayo, habiéndose realizado las correspondientes comprobaciones que constan en el informe del LMM: “Informe de Medida Nº 3292.Medida de campo magnético en las inmediaciones de un centro de un centro de seccionamiento según MT 2.11.20”.

En este aspecto, se considera que los Centros de Seccionamiento Independientes en envolventes prefabricadas de maniobra interior, como es el caso, cumplen con los requisitos al tratarse de casos particulares mucho más favorables de las instalaciones especificadas en los proyectos tipo correspondiente (MT 2.11.01 y MT 2.11.03).

1.5 RUIDOS

El nivel de ruido originado por el centro de seccionamiento cumple con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT 14, ya que al tratarse de un centro de seccionamiento (sin transformador) no existen fuentes con emisión acústica.

2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO. CÁLCULOS

2.1 Cálculos

Todos los cálculos eléctricos de este centro de seccionamiento corresponden con el modelo CMS-21 homologado para I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES del fabricante Ormazabal, homologado por i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES.

Los cálculos eléctricos están definidos y realizados bajo la normativa vigente aplicable, los reglamentos de Alta Tensión y la normativa específica de la compañía distribuidora, de acuerdo al proyecto tipo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, MT 2.11.20, aprobado y vigente por el Ministerio de Industria. El cumplimiento de los mencionados cálculos y puntos está reflejado en los puntos referentes al proyecto tipo ya mencionados en la memoria principal del presente proyecto, y entre los que se encuentran:

- Ventilación.
- Protección al frente al fuego.
- Campos magnéticos.
- Emisión de ruido.
- Red de tierras.

Para tal fin, se expondrá el presente cálculo siguiendo el proyecto tipo de i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES para Centros de Seccionamiento.

2.2 Cálculos de Cable

La intensidad de corriente para cada conductor en regimen permanente de corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de las densidades máximas de corriente y los coeficientes de reducción indicados en el apartado 4.2.1 de la ITC-LAT-07, mostrados en la siguiente tabla.

Conductor	Sección del conductor (mm2)	Intensidad (A)		
		Cables directamente enterrados	Cables enterrados en zanja en el nterior de tubos	Cables instalados al aire en galería
		ρ térmica 1,5 K·m/W	ρ térmica 1,5 K·m/W	
RHZ1 2OL 12/20kV	240	345	320	455

2.3 CÁLCULO de la instalación de puesta a tierra del centro

El cálculo para la puesta a tierra del centro de seccionamiento será conforme a lo indicado en el proyecto tipo de i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES para la construcción de Centros de Seccionamiento, en envolvente prefabricada.

El material usado para las líneas de puesta a tierra interiores será prioritariamente aluminio. Las secciones mínimas a emplear para las líneas de puesta a tierra serán 50 mm2 de cobre. Las dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra serán, según apartado 3.4 de ITC-RAT-13):

- Para los electrodos verticales, picas cilíndricas de acero-cobre, nunca de hierro, de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.
- Para los electrodos horizontales, cobre de 50 mm2 como mínimo.

2.3.1 DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA CORROSIÓN Y LA RESISTENCIA MECÁNICA

Para el dimensionamiento con respecto a la corrosión y a la resistencia mecánica d ellos electrodos y de las líneas de tierra se seguirán los criterios indicados en el apartado 3 de ITC-RAT-13.

2.3.2 DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA RESISTENCIA TÉRMICA

El dimensionamiento de la sección del conductor a emplear por cada línea de tierra o electrodo de tierra, se realizará para que, con una intensidad de defecto y duración del mismo definido, no se alcance una temperatura final demasiado elevada.

Conforme a lo indicado en el punto 3.1 de la ITC-RAT-13, se considerará un tiempo mínimo de un segundo para la duración de defecto a la frecuencia de red y no se podrán superar las densidades de corriente siguientes:

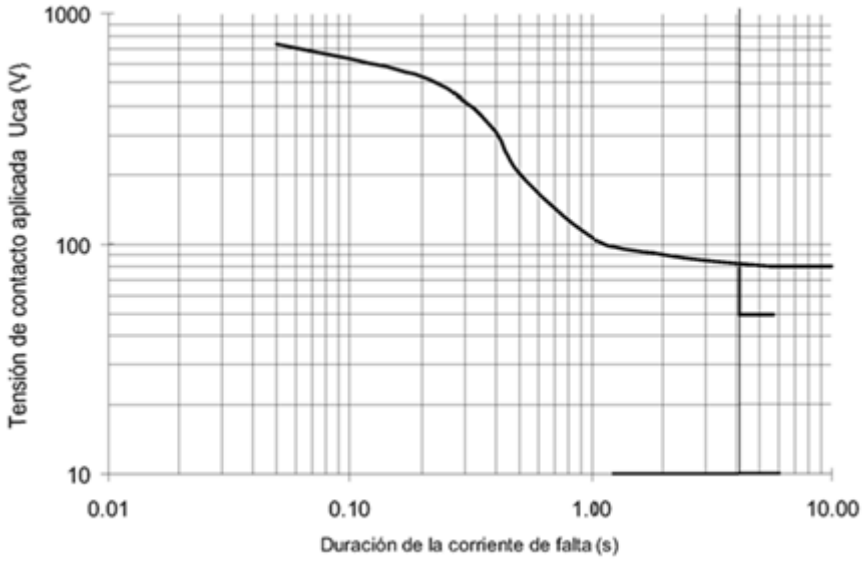
- 100 A/mm2 para el aluminio.
- 160 A/mm2 para el cobre.

Estos valores se han obtenido considerando una temperatura final aproximada de 200ºC.

2.3.3 DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona estuviese en contacto con la misma, podría circular a través de ésta una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada (Uca) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de corriente de falta, se presentan en la curva de la siguiente figura y tabla, ambas incluidas en la ITC-RAT-13.



Duración de la corriente de falta tF (s)	Tensión de contacto aplicada admisible Uca (V)	Tensión de paso aplicada Upa=10*Uca
0,05	735	7350
0,1	633	6330
0,2	528	5280
0,3	420	4200
0,4	310	3100
0,5	204	2040
1	107	1070
2	90	900
5	81	810
10	80	800
20	50	500

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada (Upa) entre los dos pies de una persona considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se definen como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada.

Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas.

Tensiones máximas de contacto admisible para la instalación y de paso admisible para la instalación.

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 1.1 de ITC-RAT-13, una vez definida el valor de la tensión de contacto aplicada admisible (Uca), se procede a determinar la máxima tensión de contacto admisible (Uc) y la máxima tensión paso admisible (Up) mediante las expresiones siguiente:

$$U_c = U_{ca}\left[1+\frac{R_{a1}+R_{a2}}{2Z_B}\right]$$

$$U_p = U_{pa}\left[1+\frac{2R_{a1}+2R_{a2}}{Z_B}\right]$$

Siendo:

Uc = tensión máxima de contacto admisible [V]
Uca= tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies [V]
Up= tensión máxima de paso admisible.
Upa= tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies [V].
ZB= impedancia del cuerpo humano. Según ITC-RAT 13, se asumen 1000
Ra1= resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Según ITC-RAT 13, se asume 2000 Ω por defecto; 0 Ω si las personas están descalzas.
Ra2= Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. Según ITC-RAT 13, equivale a $3*\rho_s$ es decir, tres veces la resistividad superficial del suelo [Ω].

2.3.4 INTENSIDAD DE PUESTA A TIERRA Y DURACIÓN DE FALTA DE PUESTA A TIERRA

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 de la red de AT.
2. La duración de la misma, que depende del tiempo de actuación de las protecciones.

El neutro de la red de AT de i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES está aislado a tierra. 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, 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.

Según los datos de la red la intensidad máxima de defecto es de 80 A, así como el tiempo total de eliminación del defecto de 0,32s.

2.3.5 RESISTIVIDAD SUPERFICIAL DEL SUELO

Para calcular las tensiones de paso y contacto admisibles es necesario tener en cuenta la resistividad del suelo cerca de la superficie.

La resistividad a considerar dependerá de si existe o no una capa superficial de resistividad elevada:

a) En caso de que el terreno esté cubierto por una capa adicional de otro material, la resistividad a considerar (ρ_s) será igual a la resistividad superficial aparente, que se calculará multiplicando la resistividad de la capa superior por un coeficiente reductor (Cs).

$$\rho_s = \rho_{aparente} = \rho_{capa} \cdot C_s$$

$$C_s = 1 - 0{,}106 \cdot \left[\frac{1 - \frac{\rho_{terreno}}{\rho_{capa}}}{2h_s + 0{,}106} \right]$$

Donde:
Cs: coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
hs: espesor de la capa superficial [m]
$\rho_{terreno}$: resistividad del terreno natural [Ωm]
ρ_{capa}: resistividad de la capa superficial [Ωm]. Para el hormigón $\rho_{hormigón}$ 3000 Ω

b) En caso de que el terreno no esté cubierto, la resistividad a considerar será igual a la resistividad del terreno.

Para obtener el valor de la resistividad superficial del suelo se debe realizar una investigación previa del terreno donde se instalará el centro de seccionamiento mediante un estudio geotécnico que proporcione el valor de la resistividad del terreno. Dado que aún no se ha realizado tal estudio, se tomará como resistividad del terreno, según la norma ITC-RAT-13, un valor de 250 Ωm.

2.3.6 DISEÑO PRELIMINAR DE PAT GENERAL

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo y en las recomendaciones de UNESA que son válidas para una instalación de este tipo y contenidas en el documento UNESA "*Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría*", así como la ITC-RAT-13. Para facilitar la obtención de resultados, en este documento UNESA se especifica los siguientes parámetros característicos, expresados en valores "unitarios", para las distintas configuraciones tipo.

Resistencia de puesta a tierra		K_r	Ω/(Ωm)
Tensión de paso máxima		K_p	V/(Ωm)(A)
Tensión de contacto exterior máxima	K_C		V/(Ωm)(A)

Cuando se mencione de manera conjunta, se les denominará de manera genérica como "K".

Para el diseño de la PaT general se optará por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación:

Código 80-40/5/82 del método de cálculo de tierras de UNESA.

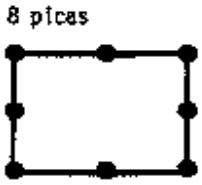
- Parámetros característicos:

Kr = 0,065 Ω/(Ω *m).
Kp = 0,0134 V/ (Ω *m*A).

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 70 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. con la siguiente configuración:



2.3.7 MEDIDA DE SEGURIDAD ADICIONALES

Se adoptan las siguientes medidas de seguridad adicionales:

1. El centro estará construido de tal manera que su interior constituya una superficie equipotencial, garantizado por le fabricante al ser de tipo en envolvente prefabricada.
2. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías, con lo que se consigue que la tensión de contacto exterior con las puertas cerradas sea prácticamente cero, estando garantizado por el fabricante al ser de tipo en envolvente prefabricada.
3. Donde sea posible, realizar una acera perimetral (no equipotencial con PaT general) de hormigón alrededor del centro de anchura 1 m y espesor 15 cm.

4. Con las puertas abiertas, será necesario el empleo de los equipos de protección individual y colectiva que aseguren el aislamiento, para la tensión nominal de la instalación (15 kV), entre la zona de maniobra y la propia instalación. Con esta medida adicional, se consigue que la tensión de contacto exterior con las puertas abiertas no deba considerarse.
5. El centro es de maniobra exterior, por lo que no existen ni tensiones de paso ni de contacto interiores.

2.3.8 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PAT GENERAL

El cálculo de la resistencia del electrodo elegido se realiza mediante los datos ya aportados:

$$R_t = K_r \cdot \rho_s = 16{,}25\ \Omega$$

2.3.9 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO (U'_C), PASO (U'_P) Y DEFECTO (U'_D) EN LA INSTALACIÓN

La tensión de defecto tierra general será tal:

$$U'_d = R_t \cdot I_E = 1300\ A$$

Las tensiones de contacto y de paso en el interior del centro, así como las tensiones de contacto en el exterior del centro con las puertas abiertas y cerradas, no existen, no se consideran o son prácticamente cero ya que se toman las medidas de seguridad indicadas en los apartados anteriores.

La tensión de paso en el exterior del centro será:

$$U'_{p\ exterior} = K_p \cdot \rho_{terreno} \cdot I_E = 268\ V$$

2.4 RESULTADOS

Una vez realizado el diseño básico del sistema de puesta a tierra con el que se satisfacen los requisitos de corrosión, resistencia mecánica y térmica garantizados por el fabricante, se debe verificar que este diseño satisface los requisitos de seguridad para personas.

La tensión máxima de paso admisible en el exterior será:

$$U_p = U_{pa}\left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B}\right]$$

Donde:
U_{pa}=10xU_{ca}
Z_B= 1000 Ω
R_{a1}= 2000 Ω
R_{a2}= 3*$\rho_{terreno}$, siendo $\rho_{terreno}$=250 Ωm

Para la obtención de U_{ca} usaremos el tiempo de respuesta ante la falta dado previamente, 0,32 s, que viene tabulado en la tabla en apartados anteriores. Cogeremos 0,3s al ser más restrictivo, por lo que obtenemos:

U_{ca}=420 V

Con todo ello:

$U_{p\ exterior}$= 27.300 V

Comprobamos ahora que los valores anteriormente calculados para la puesta a tierra general de este centro, considerando las medidas adicionales de seguridad adoptadas, son inferiores a los valores máximos admisibles para esta instalación.

- Tensión de paso calculada en el exterior del centro ($U'_{p_exterior}$)≤Tensión de paso máxima admisible ($U_{p_exterior}$):

$$268\,V \leq 27300\,V$$

- Suponiendo que hay ciertos elementos de BT en el centro de seccionamiento, se comprueba el nivel de aislamiento de las instalaciones para BT, tomando como límite 10.000 V, como tensión entre fase y neutro de 230 V, y una tensión de transferencia nula para mayor seguridad:

$$10000V \geq (1300 + 230)V = 1530\,V$$

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO VII. LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN INTERNAS

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

1 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN 4

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 4
1.1.1 CABLES 5
1.1.2 CANALIZACIONES 6
1.1.2.1 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO 7
1.1.3 PARALELISMOS 7
1.1.4 CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN CALZADAS (CALLES Y CARRETERAS) 9
1.1.5 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN 9
1.1.5.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO 9
1.1.5.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN 9
1.1.6 EMPALMES Y TERMINACIONES 10
1.1.7 PUESTA A TIERRA 10
1.2 CALCULOS ELECTRICOS 13
1.2.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR 13
1.2.2 REACTANCIA DEL CABLE 13
1.2.3 CAPACIDAD 14
1.2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 16
1.2.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES 17
1.2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS 19

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEAS 20

2.1 FÓRMULAS GENERALES 20
2.2 RESULTADOS PARA LA LINEA 23

1 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Las líneas de Media Tensión tienen su origen en los respectivos Centros de Transformación ubicados en la planta solar fotovoltaica CALERA, las cuales conducen hasta el Centro de Proteccion y Medida. La conexión entre los distintos Centros de Transformación hasta la Centro de Proteccion y Medida se realiza mediante una línea subterránea de 20kV que evacúa la energía generada por toda la planta hasta el punto de conexión.

En este anexo se detallarán las líneas de MT proyectadas que interconectarán los Centros de Transformación de la planta con el Centro de Proteccion y Medida. Las líneas MT estarán formadas por conductor de aluminio.

Las líneas discurrirán directamente enterradas por zanjas dimensionadas y habilitadas para tal uso.

Existirá 1 línea interna que conectarán los Centros de Transformación entre sí con el Centro de Proteccion y Medida. Los tramos de la línea de media tensión interna unen los siguientes Centros de Transformación:

- **Linea 1.**
  - **TRAMO 1**. Tramo que conecta los CT3 con CT2. Longitud de este tramo es de 300 metros
  - **TRAMO 2**. Tramo que conecta los CT2 con CT1. Longitud de este tramo es de 200 metros
  - **TRAMO 3**. Tramo que conecta los CT1 con CPMC. Longitud de este tramo es de 195 metros

Las características eléctricas de estas líneas 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 el Centro de Proteccion y Medida, 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	8,7/15	95
		C	**12/20**	**125**

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 12/20kVkV.

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.

1.1.2 CANALIZACIONES

Para la canalización de los cables de Media Tension se utilizará el método Directamente enterrado en zanja.

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.

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. No se empleará este tipo de canalización en cruzamiento bajo calzada.:

Profundidad (cm.)	Ancho (cm)	Número de ternas
100	60	1
	65	2

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 4 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 la línea de media tensión del parque solar, se instalarán en ambos extremos de dichas líneas celdas de línea para realizar el corte de dichas líneas.

Las características de las celdas de línea previstas están recogidas tanto en la memoria principal del proyecto como en el anexo de los Centros de transformación, para el inicia de dichas líneas. Para el final de las líneas las celdas de línea estarán recogidas en el proyecto del Centro de Proteccion y Medida que es el punto donde finalizan las líneas de media tensión de la planta fotovoltaica

Las celdas tendrán de aislamiento independiente de las condiciones atmosféricas.

1.1.5.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Las prteccioens de las líneas en mabos extremos de las mismas estaran ubicadas en ellos Centros de transfromacion y en la subestacion elevadora.

Las caracteriticas de las protecciones estandefindas en el Anexo del Centro de Transformacion y en el proyecto de la Subestacion elevadora. Seran 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 .

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 estarán 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
- 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 ó 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.

Las 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.

Conductor	Sección nominal (mm^2)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
RHZ1 12/20kV	150	0,264
	240	0,162
	400	0,102

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:

$$X = 2\ \pi\ f (K + 4{,}605 \log \frac{2D_m}{d}) 10^{-4}\ \Omega/km$$

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 2

Sección nominal (mm^2)	K
150	0,55
240	0,55
400	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 3

Sección nominal (mm^2)	Reactancia lineal (Ω/km)
150	0,114
240	0,102
400	0,097

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 4, se obtienen los siguientes valores aproximados de capacidad:

Tabla 4

Sección (mm^2)	Capacidad (μF/km)	Ic (A/km)	
		Um=30 kV	Um=36 kV
150	0,254	1,382	1,659
240	0,309	1,681	2,018
400	0,357	1,943	2,331

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, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θs	Cortocircuito θcc ($t \leq 5$ s)
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación directamente enterrada: 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), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25ºC y con una temperatura del aire ambiente e 40ºC. las intensidades máximas admisibles para cables con aislamiento XLPE, 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
150	1,10	1
240	1,10	1
400	1,10	1

Condiciones especiales de instalación enterrada y coeficientes de corrección de la intensidad admisible

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada cuyas características se han especificado, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prevista. Se justificará en función de lo establecido en el apartado 6.1.2.2 del reglamento de LAT.

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.

Tipo de Aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito (seg)									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5	3
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

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 pantalla (mm2)	Sección mm^2	Duración del cortocircuito (seg)								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
HEPR	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
XLPE	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 LÍNEAS

2.1 FÓRMULAS GENERALES

FORMULA INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION:

$$I = S \times 1000 / 1{,}732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times s \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

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

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): 20000
- C.d.t. máx.(%): 1
- 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)	I. Admisi. (A)/Fci
1	**CT-3**	**CT-2**	**300**	**Al/0,15**	**En.B.Tu.**	**RHZ1 12/20 H16**	**Unip.**	**51,96**	**3x150**	**245/1**
2	**CT-2**	**CT-1**	**200**	**Al/0,15**	**En.B.Tu.**	**RHZ1 12/20 H16**	**Unip.**	**103,92**	**3x150**	**245/1**
3	**CT-1**	**CPMC**	**195**	**Al/0,15**	**En.B.Tu.**	**RHZ1 12/20 H16**	**Unip.**	**155,88**	**3x150**	**245/1**

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CT-3	**29,339**	**19.970,66**	**0,147***	**51,962 A(1.800 KVA)**
CT-2	**22,709**	**19.977,291**	**0,114**	**51,962 A(1.800 KVA)**
CT-1	**13,677**	**19.986,322**	**0,068**	**51,962 A(1.800 KVA)**
CPMC	**0**	**20.000**	**0**	**155,885 A(5.400 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)
1	**CT-3**	**CT-2**	**0,473**	**4,792**
2	**CT-2**	**CT-1**	**1,303**	
3	**CT-1**	**CPMC**	**3,017**	

CAIDA DE TENSION TOTAL:

CPMC-CT-1-CT-2-CT-3 = 0.15 %

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)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	**CT-3**	**CT-2**	**3x150**	**19.940,41**		
2	**CT-2**	**CT-1**	**3x150**	**19.940,41**		
3	**CT-1**	**CPMC**	**3x150**	**19.940,41**		

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 = 25 mm².

Icc admisible en pantalla = 4.630 A.

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO VIII. LÍNEAS DE EVACUACIÓN (LE) E INTERCONEXIÓN (LI)

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

1 LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MEDIA TENSIÓN (LE) 5

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 5
1.1.1 CABLES 5
1.1.2 CANALIZACIONES 7
1.1.2.1 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO 9
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 11
1.1.5.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO 11
1.1.5.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN 11
1.1.6 EMPALMES Y TERMINACIONES 12
1.1.7 PUESTA A TIERRA 12
1.2 CALCULOS ELECTRICOS 15
1.2.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR 15
1.2.2 REACTANCIA DEL CABLE 15
1.2.3 CAPACIDAD 16
1.2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 17
1.2.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES 19
1.2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS 20

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA DE EVACUACIÓN (LE) 22

2.1 FÓRMULAS GENERALES 22
2.2 RESULTADOS PARA LA LINEA DE EVACUACIÓN (LE) 25

3 LÍNEA DE INTERCONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN (LI) 27

3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 27
3.1.1 CABLES 27
3.1.2 CANALIZACIONES 29
3.1.2.1 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO 30
3.1.3 PARALELISMOS 31
3.1.4 CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN CALZADAS (CALLES Y CARRETERAS) 32
3.1.5 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN 32
3.1.5.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO 32
3.1.5.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN 33
3.1.6 EMPALMES Y TERMINACIONES 33
3.1.7 PUESTA A TIERRA 34
3.2 CALCULOS ELECTRICOS 36
3.2.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR 36
3.2.2 REACTANCIA DEL CABLE 36
3.2.3 CAPACIDAD 37

3.2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 38
3.2.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES 40
3.2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS 42

4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA DE INTERCONEXIÓN (LI) 43

4.1 FÓRMULAS GENERALES 43
4.2 RESULTADOS PARA LA LINEA 45

1 LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MEDIA TENSIÓN (LE)

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La línea de evacuación (LE) de media tensión tiene su origen en el Centro de Transformación (CT) de la Planta FV, el cual conecta con el Centro de Protección, Medida y Control (CPMC).

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	8,7/15	95
		C	**12/20**	**125**

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:

Características	RHZ1 2OL 12/20 kV				
Sección conductor aluminio. mm^2	95	150	240	240(S)	240(AS)
Sección pantalla de cobre. mm^2	16				
Nºmín.alambresconductor	15		30		
⍰ conductor mín./máx. mm	11/12	13,7/15	17,6/19,2	17,6/19,2	17,6/19,2
⍰ conductor y capa semiconductora interna, aprox. mm	12,3	15	19,2	19,2	19,2
Espesor nominal aislamiento. mm	5,5				
⍰ del aislante, aprox. mm	23,3	26	30,2	30,2	30,2
⍰ medio pantalla, aprox. mm	25,7	28,5	32,5	32,5	32,5
Espesor nominal cubierta. mm	2,7		3		
⍰ exterior, aprox. mm	31,5	34,9	39,2	39,2	46
Radio mínimo curvatura (final). mm	473	523	588	588	690
Peso aprox. kg/km	1065	1320	1700	1700	2580
Temp.⍰C máx. Normal/cc máx.5 seg	90 / 250				
Nivel aislamiento impulsos tipo rayo kV	125				

1.1.2 CANALIZACIONES

Para la canalización de los cables de Media Tension se utilizará el método Directamente enterrado en zanja y Enterrado bajo tubo en los tramos que se crucen con viales.

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

Esta 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 ó 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.

Conductor	Sección nominal (mm^2)	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
RHZ1-2OL 12/20 kV	95	0,320	0,410
	150	0,206	0,264
	240	0,125	0,160

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:

$$X = 2\ \pi\ f\ (K + 4{,}605 \log \frac{2D_m}{d})\ 10^{-4}\ \Omega/km$$

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, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θs	Cortocircuito θcc ($t \leq 5$ s)
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación directamente enterrada: 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), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25ºC y con una temperatura del aire ambiente e 40ºC. las intensidades máximas admisibles para cables con aislamiento XLPE, 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

Condiciones especiales de instalación enterrada y coeficientes de corrección de la intensidad admisible

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada cuyas características se han especificado, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado

por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prevista. Se justificará en función de lo establecido en el apartado 6.1.2.2 del reglamento de LAT.

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 (mm²)	Duración del cortocircuito (seg)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
95	28,4	20,1	16,4	12,7	11,6	9,0	7,3	6,3	5,7	5,2
150	44,8	31,7	25,8	20,0	18,3	14,2	11,6	10,0	9,0	8,2
240	71,7	50,7	41,4	32,1	29,3	22,7	18,5	16,0	14,3	13,1

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 pantalla (mm^2)	Duración del cortocircuito (seg)									
	0,1	**0,2**	**0,3**	**0,5**	**0,6**	**1,0**	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**
16	6,5	4,6	3,8	2,9	2,7	2,1	1,7	1,5	1,4	1,3

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA DE EVACUACIÓN (LE)

2.1 FÓRMULAS GENERALES

FORMULA INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION:

$$I = S \times 1000 / 1{,}732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times s \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

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 EVACUACIÓN (LE)

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): 20.000
- C.d.t. máx.(%): 1
- 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)	I. Admisi. (A)/Fci
LE	**CPMC**	**CS**	**525**	**Al/0,15**	**Dir.Ent.**	**RHZ1 12/20 H16**	**Unip.**	**144,34**	**3x150**	**260/1**

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CPMC	**33,594**	**19.966,406**	**0,168***	**144,338 A(5.000 KVA)**
CS	**0**	**20.000**	**0**	**144,338 A(5.000 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)
LE	**CPMC**	**CS**	**6,807**	**6,807**

CAIDA DE TENSION TOTAL:

CS-CPMC = 0,17 %

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 = 15.973,36 A.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm2)	Icccs (A)
LE	**CPMC**	**CS**	**3x150**	**19.940,41**

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.

3 LÍNEA DE INTERCONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN (LI)

3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La línea de Interconexión (LI) de media tensión tiene su origen en el Centro de Seccionamiento (CS), el cual conecta con la línea donde se pretende interconectar la red de distribución con la planta fotovoltaica.

La línea MT estará formadas 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 estas líneas 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

3.1.1 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	8,7/15	95
		C	**12/20**	**125**

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:

Sección (mm2)	DIMENSIONES				DATOS ELÉCTRICOS		INTENSIDADES MÁXIMAS	
	Ø Cond. (mm)	Ø Ais. (mm)	Ø Ext. (mm)	Peso (Kg/Km)	X (Ω/km a 50 Hz)	C (µzF/km)	Al aire (40°C) (A)	Enterrados (25°C) (A)
1x50	8,3	20,7	28,8	796	0,137	0,172	170	140
1x70	9,8	22,2	30,7	910	0,131	0,191	210	170
1x95	11,3	23,7	32,2	1014	0,125	0,209	255	205
1x120	12,6	25,0	34,1	1155	0,122	0,225	295	235
1x150	14,0	26,4	35,5	1255	0,118	0,242	335	260
1x185	15,6	28,0	37,1	1409	0,114	0,261	385	295
1x240	18,0	30,4	39,5	1618	0,109	0,290	455	345
1x400	23,4	35,8	44,9	2161	0,100	0,355	610	445
1x630	32,0	44,4	53,5	3121	0,091	0,458	840	580
1x800	34,0	46,4	55,5	3580	0,090	0,482	975	665
1x1000	39,0	51,4	60,5	4353	0,087	0,542	1130	755

3.1.2 CANALIZACIONES

Para la canalización de los cables de Media Tension se utilizará el método Directamente enterrado en zanja y Enterrado bajo tubo en los tramos que se crucen con viales.

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.

3.1.2.1 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.

3.1.3 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.

3.1.4 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.

3.1.5 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN

3.1.5.1 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.

3.1.5.2 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.

3.1.6 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.

3.1.7 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

Esta 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:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha}\sqrt{\frac{t}{A0}}$$

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 ó 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.

3.2 CALCULOS ELECTRICOS

3.2.1 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.

Conductor	Sección nominal (mm^2)	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
RHZ1-2OL 12/20 kV	95	0,320	0,410
	150	0,206	0,264
	400	0,0778	0,102

3.2.2 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:

$$X = 2\ \pi\ f\ (K + 4{,}605 \log \frac{2D_m}{d})\ 10^{-4}\ \Omega/km$$

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
400	0,51

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
400	0,101

3.2.3 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)
95	0,217
150	0,254
240	0,309
400	0,346

3.2.4 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, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θs	Cortocircuito θcc ($t \leq 5$ s)
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación directamente enterrada: 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), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25ºC y con una temperatura del aire ambiente e 40ºC. las intensidades máximas admisibles para cables con aislamiento XLPE, son las que aparecen en la siguiente tabla:

Sección del conductor (mm^2)	$I_{máx}$ (A)	
	Terreno de resistividad térmica	
		1,5 K·m/W
95		205
150		260
400		445

Condiciones especiales de instalación enterrada y coeficientes de corrección de la intensidad admisible

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada cuyas características se han especificado, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado

por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prevista. Se justificará en función de lo establecido en el apartado 6.1.2.2 del reglamento de LAT.

3.2.5 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 del cortocircuito (seg)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5	3
95	28,4	20,1	16,4	12,7	11,6	9	7,3	6,3	5,7	5,2
150	44,8	31,7	25,8	20	18,3	14,2	11,6	10	9	8,2
240	44,8	31,7	25,8	20	18,3	14,2	11,6	10	9	8,2
400	57,3	40,6	33,0	25,6	23,4	18,2	14,8	12,8	11,5	10,5

3.2.6 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 pantalla (mm^2)	**Duración del cortocircuito (seg)**									
	0,1	**0,2**	**0,3**	**0,5**	**0,6**	**1,0**	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**
16	6,5	4,6	3,8	2,9	2,7	2,1	1,7	1,5	1,4	1,3

4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA DE INTERCONEXIÓN (LI)

4.1 FÓRMULAS GENERALES

FORMULA INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION:

$$I = S \times 1000 / 1{,}732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \text{Cos}\varphi / k \times s \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

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.

4.2 RESULTADOS PARA LA LINEA

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): 20.000
- C.d.t. máx.(%): 1
- 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)	I. Admisi. (A)/Fci
LI	**CS**	**PTO**	**12**	**Al/0,15**	**En.B.Tu.**	**RHZ1 12/20 H16**	**Unip.**	**144,34**	**3x400**	**415/1**

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CS	**1,495**	**19.998,506**	**0,007***	**144,338 A(-5.000 KVA)**
PTO	**0**	**20.000**	**0**	**144,338 A(5.000 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)
LI	**CS**	**Pto Conexión**	**0,186**	**0,186**

CAIDA DE TENSION TOTAL:

PTO-CS = 0.01 %

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 = 15.973,36 A.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm2)	Icccs (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
LI	**CS**	**Pto Conexión**	**3x400**	**53.174,43**		

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 Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO IX. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 ESTUDIO CAMPO MAGNÉTICOS....4

1.1 CÁLCULOS.... 4
1.1.1 TRAMO LÍNEAS 20KV ENTRE CELDAS Y TRAFO.... 6
1.1.2 TRAMO LÍNEAS BAJA TENSIÓN ENTRE TRAFO Y CUADRO DE SALIDAS DE BAJA TENSIÓN.... 6
1.2 INFORME TÉCNICO DEL FABRICANTE.... 7

1 ESTUDIO CAMPO MAGNÉTICOS

Según la ITC-RAT 14 en su apdo 4.7 en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos. La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

El Real Decreto, establece los límites en:

- Inferior a 100 µT para el público en general
- Inferior a 500 µT para los trabajadores (Exposición Laboral)

1.1 CÁLCULOS

En el caso de los centros de transformación los puntos de generación de los campos magnéticos se encuentran la línea (celdas de llegada y salida) y la interconexión de media tensión celda de protección y transformador y la interconexión de baja tensión transformador cuadro y el punto exacto es en el cableado de salida-entrada de las bornas del transformador y en la entrada salida del cuadro de baja tensión , ya que a partir de este punto los cables se hallan juntos o muy próximos y como veremos los campo magnéticos se van anulando.

El campo magnético que se crea es el creado por 3 corrientes eléctricas trifásicas desfasadas 120º entre ellas que recorren los conductores entendemos rectilíneos y paralelos.

Para obtener una solución detallada comenzaremos por analizar el problema general del campo magnético creado por dos corrientes eléctricas que recorren sendos conductores rectilíneos y paralelos

En este caso, se calculará las partes de la instalación del Centro de Transformación que consideramos más desfavorables, que serían los tramos de líneas tanto de 20kV como de baja tensión que discurren con una disposición en forma paralela y con una separación entre ellas de 0,2 metros entre las fases de 15 kV en el tramo que conecta las celdas con cada uno de los dos transformadores, y de 0,15 metros entre las fases de baja tensión en el tramo que conecta el transformador y su correspondiente cuadro de baja tensión.

A lo largo del resto de la instalación los circuitos discurren por canalización subterránea con una configuración de cables al tresbolillo y en contacto, lo que reduce considerablemente el campo magnético generado por estos mismos conductores separados entre sí las distancias antes mencionadas.

El valor del campo magnético generado por un circuito trifásico de longitud infinita se reduce considerablemente si se tiene en cuenta la longitud real del circuito, por lo que tendremos en cuenta la longitud del tramo que nos afecta a la hora de calcular el campo magnético generado en el punto elegido

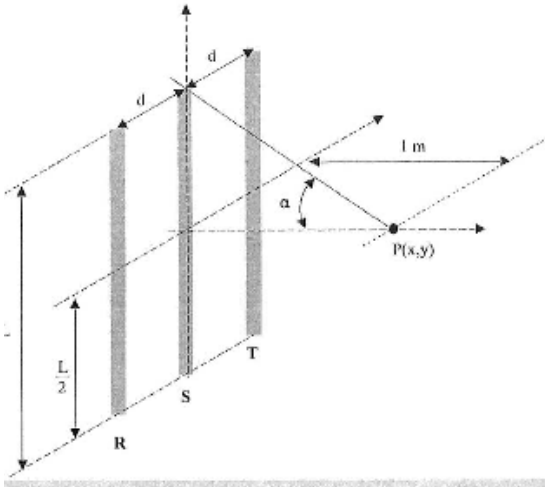


Figura 7. Campo magnético creado por conductores de longitud finita

$$\boldsymbol{\beta(longitud\ infinita)} \approx \frac{\boldsymbol{\mu_0}}{\boldsymbol{2 \cdot \pi}} \cdot \frac{\boldsymbol{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}}{\boldsymbol{1 + d^2}}\ (\boldsymbol{T})$$

$$\boldsymbol{\beta(longitud\ L)} \approx \boldsymbol{\beta(longitud\ infinita)} \cdot \boldsymbol{sen\alpha}\ (\boldsymbol{T})$$

Donde:

Frecuencia = 50 Hz

$\mu_0 = 4\ \pi\ 10^{-7}$

I = Intensidad máxima que discurre por circuito

d = Distancia entre conductores

L = Longitud real del circuito

1.1.1 TRAMO LÍNEAS 20KV ENTRE CELDAS Y TRAFO

d = 0,2 m

I = S trafo/(V3 x V) = 1.800.000 VA/(V3 x 20.000V) = 51,96 A

9.1.1.1- Para longitud infinita

B= ($\mu_0/2\pi$) x (IV3d)/(1+d^2) = 2 x 10^{-7} (51,96 x V3 x 0,2)/(1+0,2^2) = 3,416 x 10^{-6} Teslas.

B (long. Infinita) =3,416µTeslas

9.1.1.2- Para longitud finita

B (long. finita) = B (long. Infinita) x senα L
(lonf. finita) = 3m

senα (3m) = (L/2)/ V((L/2)^2 + 1^2) = 1,5/ V(1.5^2 + 1^2) = 0,8320

B (long. 3m) = 3,419 x 0,8320 = **2,8426 µTeslas < 100 µTeslas**

1.1.2 TRAMO LÍNEAS BAJA TENSIÓN ENTRE TRAFO Y CUADRO DE SALIDAS DE BAJA TENSIÓN

d = 0,15 m

I = S trafo/(V3 x V) = 1.800.000 VA/(V3 x 645V) = 1.611,21 A

9.1.2.1- Para longitud infinita

B= ($\mu_0/2\pi$) x (IV3d)/(1+d^2) = 2 x 10^{-7} (1.611,21 x V3 x 0,15)/(1+0,15^2)= 80,811 x 10^{-6} Teslas.

B (long. Infinita) =80,811µTeslas

9.1.2.2- Para longitud finita

B (long. finita) = B (long. Infinita) x senα L
(lonf. finita) = 1m

senα (1m) = (L/2)/ V((L/2)2 + 12) = 0,5/ V(0.52 + 12) = 0,4472

B (long. 1m) = 80,811 x 0,4472 =**36,1398 µTeslas < 100 µTeslas**

1.2 INFORME TÉCNICO DEL FABRICANTE

Como aportación complementaria al cálculo justificativo se incluye a continuación un informe técnico del fabricante del centro de transformación y sus componentes.

Product Certificate Number	**11251-29-CER-E7**
Applicant	Ingeteam Power Technology S.A. - Energy Avenida Ciudad De La Innovación, 13. 31621. Sarriguren. Navarra. SPAIN
Series/	INGECON SUN Power B Series 1500 Vdc INGECON SUN STORAGE Power B Series 1500 Vdc
Model/	<u>INGECON SUN Power B Series 1500 Vdc</u> INGECON SUN 1170TL B450 INGECON SUN 1195TL B460 INGECON SUN 1220TL B470 INGECON SUN 1247TL B480 INGECON SUN 1273TL B490 INGECON SUN 1300TL B500 INGECON SUN 1325TL B510 INGECON SUN 1350TL B520 INGECON SUN 1376TL B530 INGECON SUN 1400TL B540 INGECON SUN 1430TL B550 INGECON SUN 1455TL B560 INGECON SUN 1480TL B570 INGECON SUN 1500TL B578 INGECON SUN 1532TL B590 INGECON SUN 1560TL B600 INGECON SUN 1580TL B630 INGECON SUN 1600TL B615 INGECON SUN 1640TL B630 INGECON SUN 1665TL B640 INGECON SUN 1690TL B650 INGECON SUN 1715TL B660 INGECON SUN 1740TL B670 INGECON SUN 1767TL B680 INGECON SUN 1800TL B690 INGECON SUN 1820TL B700 INGECON SUN XXXXTL BYYY (***) <u>INGECON SUN STORAGE Power B Series 1500 Vdc</u> INGECON SUN STORAGE1170TL B450 INGECON SUN STORAGE 1195TL B460 INGECON SUN STORAGE 1220TL B470 INGECON SUN STORAGE 1247TL B480 INGECON SUN STORAGE 1273TL B490 INGECON SUN STORAGE 1300TL B500 INGECON SUN STORAGE 1325TL B510 INGECON SUN STORAGE 1350TL B520 INGECON SUN STORAGE 1376TL B530 INGECON SUN STORAGE 1400TL B540 INGECON SUN STORAGE 1430TL B550 INGECON SUN STORAGE 1455TL B560 INGECON SUN STORAGE 1480TL B570 INGECON SUN STORAGE 1500TL B578 INGECON SUN STORAGE 1532TL B590 INGECON SUN STORAGE 1560TL B600 INGECON SUN STORAGE 1600TL B615 INGECON SUN STORAGE 1640TL B630 INGECON SUN STORAGE 1665TL B640 INGECON SUN STORAGE 1690TL B650 INGECON SUN STORAGE 1715TL B660 INGECON SUN STORAGE 1740TL B670 INGECON SUN STORAGE 1767TL B680 INGECON SUN STORAGE 1800TL B690 INGECON SUN STORAGE 1820TL B700 INGECON SUN STORAGE XXXXTL BYYY (***) (***) This reference indicates the equipment between 333 V and 700 V of AC voltage (YYY) and between 865 kW and 1820 kW of AC power at 30°C (XXXX).
Type of generating unit	Photovoltaic Inverter
Technical Data	**See pages 3 and 4**
Network connection rule	**IEC 61000-6-2: 2005.** EMC -- Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments. **IEC 61000-6-4: 2006.** EMC -- Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments. **IEC 61000-6-1: 2005.** EMC -- Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments.

Having assessed the test report number: 49882REM.001 performed by AT4 Wireless based on the requirements of the EN ISO/IEC 17025:2005

The above-mentioned generating unit complies with the requirements of the: **IEC 61000-6-2: 2005.** EMC -- Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments, **IEC 61000-6-4: 2006.** EMC -- Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments and **IEC 61000-6-1: 2005.** EMC -- Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments.

This certification is according the CERE internal process PET-CERE-09 Rev 17 based on the requirements of the EN ISO/IEC 17065:2012. For this certification process the conformity assessment activities were based on:

- Testing of production samples selected by CERE.
- Audit of quality system according ISO 9001 with certificate number: 0. 04. 12231 issued by a certification body accredited according EN ISO/IEC 17021.
- Inspection of the manufacturing process.

This certificate cancels and supersedes the certificate 11251-29-E6-CER issued on May 30, 2019

Madrid, November 08, 2019. This certificate is valid until November 08, 2022.

Miguel Martínez Lavin
Certification Manager

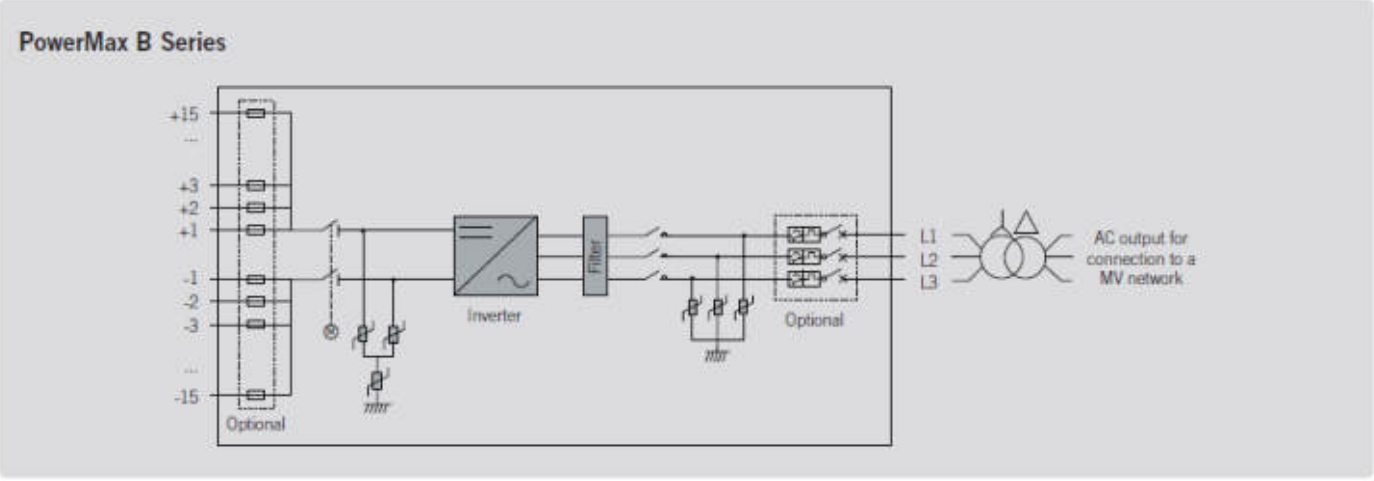
INGECON SUN Power B Series 1500 Vdc

	PV inverters with AC voltage ranging from 333 V to 700 V
Input (DC)	
Recommended PV array power range	Pdc.min=1,1*Pac (50ºC) Pac.max= 1,3*Pac (30 ºC)
Voltage MPP min	$Vmpp.min = \frac{1{,}732\sqrt{\frac{2}{3}V^2 + (0{,}04 * I_{max})^2}}{0{,}985}$
Voltage MPP max	1300 V
Maximum Voltage	1500 V
Maximum Current	1850 A
Output (AC)	
Power @30ºC/@50ºC	Pac = $(\sqrt{3})$ * Vac * Iac
Current @30ºC/@50ºC	1500 A/1350 A
Rated Voltage	Vac = 333 V … 700 V
Frequency	50/60 Hz
Software version	ABK1000_B

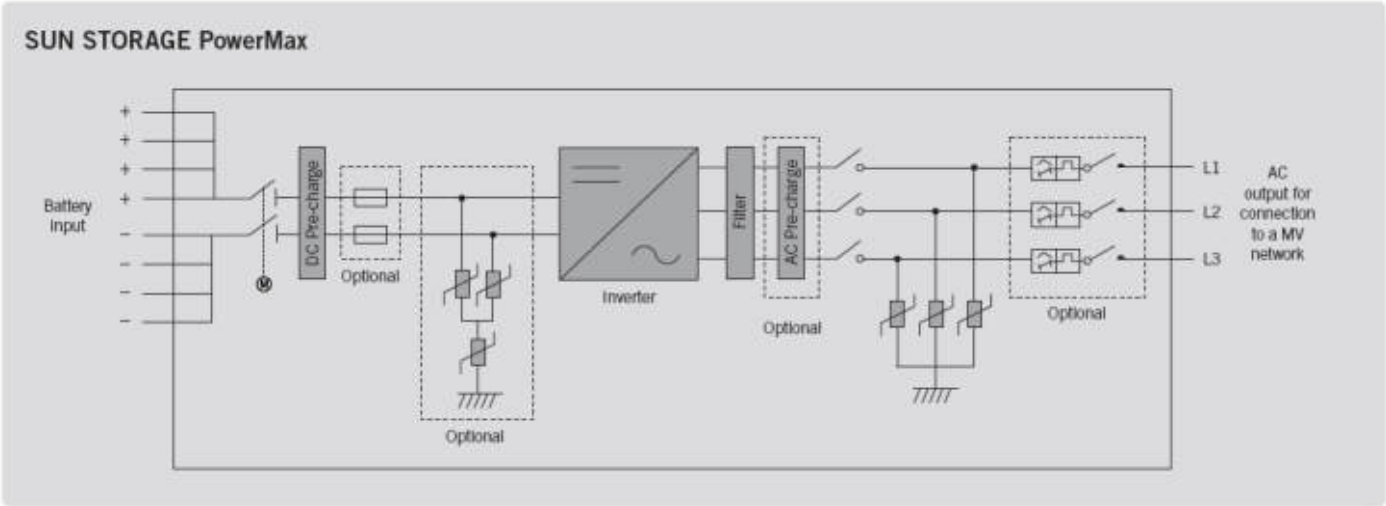
INGECON SUN STORAGE Power B series 1500 Vdc

	PV inverters with AC voltage ranging from 333 V to 700 V
Input (DC)	
Min battery Voltage	$Vmpp.min = \frac{1{,}732\sqrt{\frac{2}{3}(1{,}1V)^2 + (0{,}04 * I_{max})^2}}{0{,}985}$
Max. Battery voltage	1300 V
Maximum Current	1850 A
Output (AC)	
Power @30ºC/@50ºC	Pac = $(\sqrt{3})$ * Vac * Iac
Current @30ºC/@50ºC	1500 A/1350 A
Rated Voltage	Vac = 333 V … 700 V
Frequency	50/60 Hz
Software version	ABK1000_B

Electrical Diagram of INGECON SUN Power B series 1500 Vdc:



Electrical Diagram of INGECON SUN STORAGE Power B series 1500 Vdc:



Manufacturer:	Ingeteam Power Technology S.A. - Paneles Pol. Ind. El Juncarillo, Nave 1 31293 Sesma (Navarra) – SPAIN
The sample selected to test was representative of the production. The sample was selected in manufacture facilities.	May 31, 2016
Sample Report Number:	11251-1-TM
The inspection of manufacturing process was performed in manufacture facilities:	June 19, 2019
Inspection Report Number:	10978-19-1-IF

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO X.
SISTEMA DE VIGILANCIA

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

1.1 OBJETO 4
1.2 ANTECEDENTES 4

2 CRITERIOS DE DISPOSICIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD 5

2.1 SUBSISTEMA DE INTRUSIÓN 5
2.1.1 INTRUSIÓN DEL COMPLEJO 5
2.1.2 CCS 6
2.2 SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) 7
2.2.1 FUNCIONES DEL SISTEMA DE CCTV 7
2.2.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN 9
2.2.3 ZONAS CONSIDERADAS A PROTEGER 9
2.3 RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO 9
2.3.1 SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA 12
2.3.2 CONEXIONADO DE ARMARIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LA RED 12
2.4 SUBSISTEMA DE CENTRALIZACIÓN 12
2.4.1 ACTUACIONES A REALIZAR EN LAS DISTINTAS UBICACIONES DEL COMPLEJO 13
2.4.2 TRANSMISIÓN DE IMÁGENES 14
2.4.3 ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES 15
2.4.4 VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES 16

3 DOCUMENTACIÓN, PRUEBAS Y FORMACIÓN 17

3.1 DOCUMENTACIÓN 17
3.2 PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA 18
3.2.1 PRUEBAS SOBRE EL CABLE DE FO TENDIDO 18
3.2.2 RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS 21
3.3 FORMACIÓN 22

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS 23

4.1 SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN 23
4.1.1 DETECTORES VOLUMÉTRICOS 23
4.1.2 CONTACTOS MAGNÉTICOS 23
4.2 SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) 24
4.2.1 CÁMARAS DE TV IP FIJAS DE EXTERIOR MEGAPIXEL 24
4.3 RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO 25
4.3.1 FIBRA ÓPTICA 25

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

El objeto de este documento es el de establecer las especificaciones técnicas para la definición del suministro, instalación y mantenimiento del "SISTEMA DE SEGURIDAD PERIMETRAL Y RED DE DATOS DE SEGURIDAD la planta fotovoltaica.

Este documento tiene como objeto, por una parte, la justificación y descripción del sistema de seguridad de la planta fotovoltaica, realizándose una descripción analítica de dicho sistema, así como de los subsistemas que lo componen, pasando posteriormente a enumerar los equipos de que estará conformado cada uno de ellos. Por otra parte, se describen las características técnicas de los equipos y dispositivos del Sistema de Seguridad y el modo en que habrán de ser instalados.

En los siguientes capítulos se partirá primeramente desarrollando los distintos subsistemas, así como las especificaciones de la red de fibra óptica necesaria para el Sistema de Seguridad a instalar en la PV objeto también del presente proyecto.

1.2 ANTECEDENTES

Las especificaciones descritas en los documentos anexos complementarios, son por tanto las que se deben cumplir en la instalación, pruebas y puesta en marcha objeto del presente expediente, así como la documentación de fin de obra a entregar y el servicio de mantenimiento.

2 CRITERIOS DE DISPOSICIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

En la planta existirá un Centro de Control de Seguridad (CCS) desde el que se atenderán las operaciones de monitorización, parametrización, grabación y emisión de las señales y video. El CCS será, por tanto, el centro neurálgico de todo el Sistema de Seguridad:

- Desde él se monitorizarán y gestionarán los subsistemas de Seguridad.
- Desde el CCS se establecerán todas las comunicaciones al exterior.
- En su interior se alojarán los principales elementos de centralización de señales e integración de subsistemas de seguridad, así como maniobras de iluminación sorpresiva.

Se asume, por tanto, la existencia de dicho Centro de Control donde se realizará la centralización de los subsistemas de Seguridad definidos en este documento.

Para la correcta comprensión del Sistema de Seguridad a instalar, se describen a continuación los distintos subsistemas que lo conforman. Cada uno de ellos desempeña una función concreta y está compuesto por un grupo de dispositivos específicos.

Los subsistemas que conforman el Sistema de Seguridad del presente proyecto son los siguientes:

- Subsistema de Detección de Intrusión.
- Subsistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).
- Subsistema de Control de Accesos.
- Red de Seguridad del PV.
- Subsistema de Centralización.

Se presentan a continuación cada uno de estos subsistemas de forma detallada.

2.1 SUBSISTEMA DE INTRUSIÓN

2.1.1 INTRUSIÓN DEL COMPLEJO

Como elementos pertenecientes al Sistema de Intrusión, se instalarán “támper anti sabotaje” en cada uno de los armarios de exteriores que irán sujetos a los báculos distribuidos por todo el perímetro,

donde irán concentrados los "switches PoE" de la red de Seguridad. En su defecto quedaran dichos armarios cubiertos por las señales de análisis de video de las cámaras solapadas. Para integrar las señales de intrusión de estos dispositivos en el Puesto de Control existente en el CCS, las señales de los támper se conectarán a un módulo expansor de 8 zonas de entradas / salidas, el cual deberá ser conectado a su vez al switch industrial que se ubique en dicho armario. De este modo, estas señales podrán ser enviadas al CCS.

Estos dispositivos darán señal de alarma ante cualquier intento de sabotaje en cada armario. Se deberá realizar la configuración necesaria en el sistema para que, ante un salto de alarma, se interprete y posicione en pantalla la cámara próxima asociada, con el fin de poder visualizar la zona afectada, así como la imagen del domo asociado a la zona.
Las señales de video que se recogerán en propio CCS, también discriminarán las señales de alarma y intrusión en el perímetro mediante la identificación de las mismas zonas.

2.1.2 CCS

En el CCS, se instalarán las medidas de Detección de Intrusión descritas a continuación, las cuales se conectarán a una central de intrusión que se dispondrá en la propia Caseta de Vigilancia. Esta caseta dispondrá de un teclado local para su control.

Mediante este sistema, se garantizará conocer en tiempo real en el CCS, cualquier intento de intrusión no autorizado al CSS. Para ello, se deberán integrar las señales procedentes de esta nueva central de intrusión en el Puesto de Control existente en el CCS, donde se recogerán las alarmas producidas y su correspondiente gestión.

La Detección de Intrusión será en el interior de la Caseta de Vigilancia. Se utilizarán detectores volumétricos en el interior de las salas y contactos magnéticos para laspuertas de acceso a dicha caseta.

Las siguientes medidas estarán inhabilitadas durante el horario laboral, cambiando su estado a activo durante el horario nocturno (horario en el que no exista personal en la Caseta de Vigilancia): en su defecto se establecerá con el cliente el protocolo de actuación a seguir.

- Medidas de detección de movimiento (detectores volumétricos).
- Contactos magnéticos en los accesos exteriores a la Caseta de Vigilancia.

Como se ha comentado anteriormente, en los planos que se adjuntarán (AS-BUILT) se indicará la localización de estos elementos, así como los elementos de centralización que serán requeridos por los mismos.

2.2 SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

2.2.1 FUNCIONES DEL SISTEMA DE CCTV

Los sistemas de CCTV, pese a que pueden operar de manera aislada, suelen cubrir algunas de las funciones de las requeridas para los Sistemas de Seguridad. De esta manera, el CCTV deberá actuar como subsistema, integrado en mayor o menor medida con otros subsistemas que refuercen y complementen sus funciones, para obtener el nivel de Seguridad requerido en la instalación.

El Sistema de CCTV permitirá satisfacer varias funciones, gracias a componentes específicos y especializados que serán comentados en detalle en los siguientes puntos.

- Supervisión remota de instalaciones, por parte del personal de Seguridad. Esta supervisión puede entenderse a su vez como un conjunto de funciones implícitas que se enumeran a continuación:

Supervisión a voluntad o programada, en vivo, de manera activa por parte del personal de Seguridad o gestión del PV. Esta función se realizará sobre imágenes captadas en zonas consideradas críticas, mediante la revisión desde monitores de las imágenes de dichas zonas. El personal de Seguridad atenderá, cuando así lo considere, las imágenes mostradas en los monitores, las cuales podrá modificar a voluntad (cambiando el número/configuración de imágenes o el de las cámaras que las originan).

- Revisión Forense. Cuando la incidencia se descubre en directo, posteriormente, se podrán revisar las imágenes almacenadas en los dispositivos de grabación. Esta revisión se lleva a cabo a voluntad de los operadores del PV y del sistema y del operador de CRA según el protocolo establecido con el cliente.

- Disuasión. La mera presencia de cámaras de televisión será en sí una potencial fuente disuasoria que “protege” la instalación de ciertas amenazas.

- Evidencias policiales y laborales. La evidencia de cualquier robo o acción delictiva que haya sido captada por una cámara y cuya imagen haya sido grabada, podrá emplearse en juicios o como factor convincente en acciones legales.

En definitiva, el Sistema de CCTV propuesto para el presente proyecto deberá permitir:

- Visualizar escenas de una manera remota.
- Visualizar escenas desde uno o más puestos de visualización.
- Almacenar las imágenes de las cámaras para su posterior visionado.
- Visualizar imágenes en tiempo real o a partir de grabaciones o registros.
- Identificar a integrantes de una escena y comprobar incidentes.

Debido a las características propias del emplazamiento, así como a su futuro uso y a las necesidades del Cliente, se instalará un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión para cubrir las funciones mencionadas anteriormente, centralizándose dicho Sistema en el Centro de Control de Seguridad del parque, existiendo un puesto de control en este CCS.

La siguiente tabla indica a modo de resumen, las funciones principales asignadas a estas medidas de CCTV, así como la dotación tipo que permite llevar a cabo dichas funciones:

FUNCIONES DEL CCTV		
FUNCIÓN	USO DEL EQUIPO	DOTACIÓN TÍPICA
Visualización	Visualizar en tiempo real las imágenes captadas porlas cámaras.	Monitores de CCTV con cuadrantes.
Gestión/Forense	Gestionar el sistema de CCTV y visualizar tanto en tiempo real como a través de grabaciones, las imágenes captadas por las Cámaras.	PC de Gestión y visualización de CCTV y CRA.
Disuasión	Disuadir a los potenciales agentes de acciones inadecuadas de que materialicen sus intenciones.	Carteles disuasorios y propia presencia de las cámaras.
Grabación	Almacenamiento de las imágenes captadas por las cámaras del sistema, para su posterior visionado.	Grabadores de CCTV (Servidores).

2.2.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Las medidas a disponer se han diseñado teniendo en consideración los criterios y las necesidades manifestadas, así como la situación de la instalación, dando prioridad a las zonas críticas de estudio (acceso principal y vial principal) así como las previstas de ocupación inmediata (proximidades a la parcela de ubicación del PV y las parcelas colindantes que abarque el sistema de CCTV).

Se dispondrá de cámaras fijas IP Mega píxel y cámaras térmicas IP, ubicadas alrededor de todo el parque. Irán colocadas en báculos alrededor del perímetro, de acuerdo a la ubicación definida en los planos anexos, a una altura mínima de 4,5 metros sobre las mismas. Se ha definido y estudiado la instalación de éstas cada 70 metros máximo de distancia entre ellas entre las cámaras día /noche y mayores distancias en las térmicas hasta 450ml, con objeto de tener una supervisión de análisis de video general de todas las zonas del perímetro del PV. Se ubicarán en el mismo sentido de orientación, de forma que una supervise a la siguiente, minimizando ángulo muerto que éstas producen e incluyendo la eliminación del ángulo muerto cubriéndola zona muerta entre cámaras contrapuestas.

2.2.3 ZONAS CONSIDERADAS A PROTEGER

Se presentan las zonas consideradas y las cámaras de CCTV que se prevén instalar.

Como documento anexo a la presente memoria, se incluye el plano de ubicación de equipos de CCTV, incluyendo tanto la disposición de cámaras.

Todas las conducciones se realizarán a través de las canalizaciones existentes dedicadas a la red de Seguridad. La alimentación del CCTV se llevará desde el CCS estabilizada por un UPS, a cada cámara instalada.

2.3 RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO

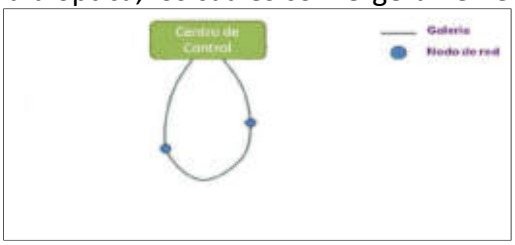
Deberá realizarse el suministro, tendido y conexionado de la Red de datos de Seguridad, así como la realización de las pruebas específicas para la fibra óptica instalada. Igualmente, se configurará toda la red de Seguridad en base a los requerimientos del proyecto de instalación.

Tanto en el diseño de la arquitectura de la red como en la elección de los equipos que la componen, prima la criticidad del sistema de comunicaciones, así como la escalabilidad de la solución. Por lo tanto, el resultado es una red de comunicaciones fiable y robusta, que dispone de una gran capacidad de procesamiento de datos para la transmisión de la información de la red.

Se instalará en el CCS, un switch de nivel 3 (switches de rango extendido), que se encargarán de gestionar las comunicaciones en la red de Seguridad de todo el parque. Se considerará, por tanto, el suministro, instalación y configuración de los mismos.

Con las consideraciones anteriores a tener en cuenta, se pasa a describir la red de Seguridad del Complejo que deberá realizarse.

El troncal de la red estará definido por una serie de nodos implantados a lo largo de todo el perímetro, donde estarán ubicados los armarios donde irán conectadas las cámaras de seguridad. Estos nodos se distribuirán en el anillo de fibra óptica, los cuales convergerán en el CCS.



El anillo estará formado por manguera de fibra óptica de al menos 6 pares de fibras Monomodo, tal y como se describe en el capítulo de especificaciones de la instalación. El punto de cierre de estos lazos será el CCS, lugar en el que se conectarán los extremos de los diferentes del anillo a dos switches del mismo fabricante que los dispuestos en los armarios del perímetro, con el fin de disponer de una gran densidad de puertos de fibra y de aprovechar los protocolos específicos de rápida convergencia de red que implementan estos equipos. Estos switches (switches centrales para conexión con anillos), corresponden al primer nivel de switches instalados en el CCS. Cada extremo de cada anillo, se conectará a uno de estos switches, de forma que los lazos queden cerrados por ambos extremos.

La distribución en anillos (lazos) y la implantación de protocolos de routing adecuados, permitirá asegurar la conectividad con los distintos nodos de la red, aunque existan problemas puntuales en un enlace de fibra o en un nodo concreto. Los dispositivos de Seguridad (cámaras, módulo Ethernet de entradas / salidas de alarma y central de intrusión) estarán conectados al nodo más cercano, que será el encargado de encaminar la información recibida hacia el puesto de Control de Seguridad implantado.

Para ofrecer la conectividad a los dispositivos de Seguridad en los nodos distribuidos en el Perímetro, deberán implantarse switches industriales capaces de trabajar en entornos hostiles (polvo, humedad, altas temperaturas, etc.), y con soporte de rango de temperatura extendido (-40ºC hasta +80ºC).

Además, deberán soportar protocolos de convergencia de red, al menos de nivel 2, para asegurar la conectividad en caso de caída de algún enlace. Estos requisitos son imprescindibles a cumplir para el diseño del proyecto.

Dado que existen múltiples pares por manguera, sería posible realizar, para casa lazo tantas redes físicas independientes como pares de fibras hubiera disponibles por manguera. No obstante, se prevé inicialmente que sólo se conecten a estos switches centrales de interconexión de los anillos, dos pares de fibras de cada manguera, permitiendo crear dos redes físicas independientes por cada lazo, quedando el resto de pares como elementos de reserva. En cada lazo, una de estas redes físicas estaría activa y habría equipos conectados a ella, quedando la otra pendiente de futuras ampliaciones del sistema de Seguridad.

En el siguiente esquema se indica cómo deberán conectarse a los switches de interconexión de los anillos los pares correspondientes a estos lazos. Cabe destacar que se prevé el conexionado de todas las fibras de las mangueras, pese a que sólo se utilizarán dos de las fibras de cada una de ellas, quedando el resto como reserva, pero listos para ser conectados con latiguillos cuando fuera necesario.

A través de las canalizaciones y arquetas existentes, será posible:

- El tendido de manguera de fibra óptica para cada una de las zonas definidas, así como su conexión con el Switch principal de la red de Seguridad.
- Disposición de cocas de fibra óptica, para unir, en un futuro, los lazos con los switches de conexión, en arquetas existentes.
- Instalación y conexión de los armarios con los lazos de fibra, realizándose en su interior el conexionado de fibra y la conexión con los switches a disponer en cada armario.
- El tendido de cableado de alimentación y UTP hasta las cámaras a instalar, desde cada armario de campo específico.

Se asume la existencia de alimentación estable en cada punto donde se vaya a instalar un armario de campo.

Cabe destacar que las tareas de canalización e instalación de arquetas destinadas al Sistema de Seguridad que se han llevado a cabo, son ajenas a este proyecto, y se considerarán ya existentes.

2.3.1 SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA

Se incluye el suministro, tendido, conexionado y realización de pruebas de la fibra óptica.

2.3.2 CONEXIONADO DE ARMARIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LA RED

Se dispondrán armarios de campo distribuidos a lo largo del perímetro, instalados de acuerdo a las especificaciones de las prescripciones Técnicas, y ubicados según los planos anexos. Cada uno de estos armarios se conectará a la red de seguridad del parque mediante la electrónica de red especificada, y de ellos partirán las alimentaciones a cada cámara. Estos switches serán de uso exclusivo para el Sistema de Seguridad Perimetral a instalar, y se requerirá su instalación en el interior de cada armario y su configuración y conexionado, lo que permitirá la puesta en marcha de cada uno en el anillo activo.

Al switch industrial ubicado en cada armario se conectarán las correspondientes cámaras de la instalación y los módulos Ethernet de entradas / salidas para los támper de armario y módulos IP de maniobras de iluminación sorpresiva en el caso que el cliente requiera de la misma.

Al Switch del armario CCS, ubicado en la Caseta de Vigilancia, se conectarán otros elementos de Seguridad ubicados en dicha instalación y sus aledaños, básicamente ordenadores de visualización de CCTV y la central de alarmas. Todos los Switches distribuidos en campo se conectarán al Switch de interconexión del anillo del CCS, a través del tendido de fibra dedicado.

2.4 SUBSISTEMA DE CENTRALIZACIÓN

El subsistema de Centralización se encargará de transmitir y procesar las señales de los distintos subsistemas, actuando automáticamente según su programación y presentando la información resultante a los operadores cuando esto sea necesario, de manera que estos puedan reaccionar ante las distintas incidencias que puedan presentarse.

El núcleo de este subsistema se ubicará en el CCS, donde se alojarán la mayor parte de los equipos que realizarán la labor de centralización de los subsistemas de Seguridad. La dotación de este subsistema está compuesta actualmente por equipos de captación de señales y por elementos que actúan como interfaces de los distintos subsistemas.

Para ello, existen tres puestos en el CCS dedicados a las siguientes funciones:

- Puesto de Gestión de Control de Accesos.
- Puesto de Monitorización de CCTV.
- Puesto de Supervisión del Sistema de Seguridad.

2.4.1 ACTUACIONES A REALIZAR EN LAS DISTINTAS UBICACIONES DEL COMPLEJO

Se deberán realizar las siguientes actuaciones.

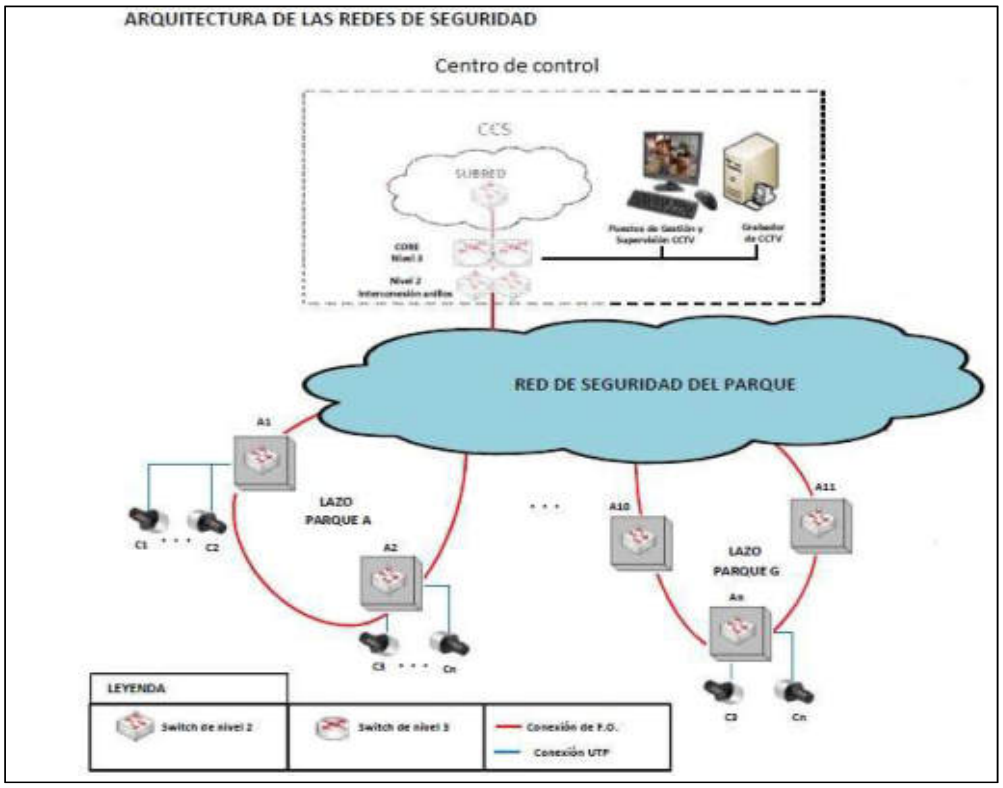
- **En el CCS:** Adicionalmente al equipamiento existente en el CCS indicado anteriormente, se deberán realizar las siguientes actuaciones.
    - Servidor de CCTV, conectado a la red de Seguridad Perimetral y El Puesto de Monitorización de CCTV, formado por un Servidor y dos monitores de 26", pudiéndose configurar y parametrizar la parte del sistema de CCTV.
    - En el Puesto de Supervisión del Sistema de Seguridad existente, deberá realizarse la actualización para integrar las señales de Detección de Intrusión del centro de control, así como las asociadas a cada armario de campo, de forma que ante una alarma en cualquiera de los puntos, se posicione la cámara correspondiente asociada al análisis de video o se posicionen los domos con los presets establecidos.

- En cada nodo de comunicación de la red de Seguridad:

    - Las cámaras IP del Sistema de CCTV ya sean de espectro visible y térmicas se conectarán directamente al switch que deberá instalarse en la distribución de armarios de Campo, con lo que no requerirán ningún elemento intermedio de conversión.

Se utilizará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS), el cual no forma parte del alcance del presente proyecto, al que se conectarán los siguientes equipos objeto del presente expediente:

- Switches principales de la red de Seguridad.
- Servidores RW digitales de video, ubicados en el CCS.
- Puesto de Monitorización de CCTV del CCS.



2.4.2 TRANSMISIÓN DE IMÁGENES

Es necesario que los diversos componentes del sistema de CCTV se comuniquen entre sí, transmitiendo las imágenes entre ellos del siguiente modo:

- Cámaras IP con Grabadores: Las cámaras IP deberán crear un flujo constante de transmisión de las imágenes, con la mayor calidad (resolución, imágenes por segundo y nivel de compresión) que se defina para la función que haya de desempeñar la cámara.

- Cámaras IP con Puestos o Monitores de Visualización y/o Gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a una cámara IP, ésta transmitirá la misma con una calidad (resolución, imágenes por segundo y nivel de compresión) adecuada a las necesidades de visualización.
- Servidores con Puestos o Monitores de Visualización y/o Gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a un grabador, éste la enviará con la misma calidad con la que haya sido almacenada, aunque habitualmente se transmitirá con la misma calidad que la empleada para almacenar la imagen.

2.4.3 ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES

Las imágenes transmitidas hasta el servidor en red de CCTV se almacenan sin sufrir compresiones adicionales, en el formato en que fueron transmitidas.

La grabación de las imágenes de las cámaras vendrá determinada por darse una de las siguientes situaciones:

- De manera automática, ante la generación de una incidencia considerada en el sistema como de importancia suficiente para ser grabada.
- De manera manual, cuando el operador que visualice las cámaras ordene al sistema hacerlo a través de un puesto de visualización o de gestión del sistema.
- De manera automática, en caso de que se haya programado el grabador para que almacene imágenes durante un periodo de tiempo determinado y de forma continua.

Como criterio general, se suelen almacenar imágenes de todas las cámaras de un sistema con una tasa de imágenes y una resolución determinada, y que ésta cambie a voluntad de un operador o ante una incidencia. Para este proyecto, se configurará de forma que el equipo de grabación instalado almacene localmente las imágenes de todas las cámaras conectadas a él. El operador podrá programar situaciones para que se almacenen imágenes durante un período determinado a una tasa mayor, en función de la operativa del Complejo.

2.4.4 VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES

Los puestos de visualización permitirán a los operadores de CRA y Centro de control, visualizar las imágenes captadas por las cámaras, tanto en directo como provenientes de grabaciones.

En este sentido, el sistema de visualización es capaz de realizar las siguientes tareas:

- Disponer de pre-configuraciones para la presentación en pantalla de varias cámaras.
- Posibilidad de asociar ciertas pre-configuraciones y selecciones de cámara con el horario, situación de la instalación u operador de CRA o puesto de control que maneja el sistema.
- Capacidad de solicitar las imágenes a mostrar con la resolución adecuada al número de cámaras a visualizar y al ancho de banda disponible.
- Capacidad de trazabilidad de las actuaciones de los operadores sobre el sistema.

3 DOCUMENTACIÓN, PRUEBAS Y FORMACIÓN

3.1 DOCUMENTACIÓN

A la entrega de la instalación, y formando parte específica de la misma, se entregará la documentación:

- Manuales operativos de todos los elementos y programas suministrados, en español o inglés en su defecto. Se incluirá una copia para los asistentes a los cursos de formación.
- Manuales técnicos de todos los elementos y programas suministrados, en español o inglés en su defecto.
- Planos y esquemas, “as built”, con indicación de cableados y de los marcajes de los mismos.
- Plan de Pruebas y puesta en marcha propuestas.
- Documentación fotográfica de las arquetas: se entregarán fotografías en formato digital de todas y cada una de las arquetas por las que pasa el tendido del cable.

Para cada una de las arquetas por las que pasa el cable se deberán tomar las siguientes fotografías:

- Fotografía donde se muestre la cara de la arqueta por donde entra el cable.
- Fotografía donde se muestre la cara de la arqueta por donde sale el cable.
- Fotografía del interior de la arqueta para mostrar su ocupación.
- Fotografía panorámica de la arqueta.
- Fotografía del cable, mostrando el marcado de cubierta y la etiqueta que posee.

En las dos primeras fotografías deberá marcarse el conducto en el que se ha instalado el cable, permitiendo su identificación sin ningún tipo de dudas. Para ello se podrá marcar el tubo en la propia fotografía o adjuntar un esquema donde se muestren todos los tubos e identificar el conducto en cuestión.

- Resultados de las pruebas realizadas, tanto del Sistema de Seguridad al completo como de la red de Seguridad del Complejo.
- Certificados, visados y libro-registro de mantenimiento.

3.2 PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

Para la entrega de la instalación se realizarán las pruebas de funcionamiento especificadas en el Plan de Pruebas y Puesta en Marcha.

Se describe a continuación las pruebas a realizar específicas para la Fibra Óptica.

3.2.1 PRUEBAS SOBRE EL CABLE DE FO TENDIDO

Antes de la entrega de la obra, se llevarán a cabo pruebas de calidad del tendido realizado en todos los tramos y fibras afectados.

Las mediciones se realizarán en el 100% de las secciones afectadas por el tendido. Al final de las mismas, serán entregadas, en papel y en formato digital, tal y como se especifica en el apartado relativo a documentación a entregar asociada a la instalación.

Las pruebas que se deberán realizar para la validación y aceptación de los trabajos de instalación del cable de fibra óptica, serán de diversos tipos:

- Visuales.
- Mediciones de atenuación:
- De potencia óptica.
- Reflectométricas.

Medidas de potencia óptica

Las medidas de atenuación se realizarán en un solo sentido. Para las fibras monomodo estándar (ITU-T G.652).

Se medirá la diferencia de niveles a la entrada y a la salida de la fibra bajo prueba, para lo cual se utilizará una fuente y un medidor de potencia óptica.

Para realizar las medidas de potencia óptica deberá ser tenido en cuenta lo siguiente:

- El emisor deberá ser de gran estabilidad y el receptor deberá presentar respuesta lineal.

- Las variaciones sufridas en el acoplo del emisor a la fibra óptica deberán ser mínimas ante variaciones del nivel de potencia, longitud de onda y temperatura.
- Se deberá tener especial cuidado en no ensuciar ninguno de los componentes con los que se realice la medida.

Metodología de trabajo

Los equipos de medida utilizados deberán ser los adecuados a los tramos de fibra a medir. Inicialmente, se medirá la potencia óptica a la salida de la fuente de luz, utilizando los latiguillos y transiciones de acoplo a la fibra que se utilizarán en la medida.

A continuación, sin soltar las conexiones de los latiguillos a los equipos de medida, se realizarán las mediciones del tramo de fibra requerido, obteniendo un valor PI (dBm).

El valor de la atenuación total en el tramo se calculará mediante la expresión:

A (dB) = P0 - PI

Para verificar que no se ha producido ningún error en la medida, al final del proceso se volverá a medir la potencia de la fuente óptica P0 (dBm), comprobando que el resultado no varía en más de 0,3 dB del obtenido al principio.

Valores de aceptación

El valor de atenuación obtenido deberá ser menor al calculado mediante la siguiente fórmula:

$A=L*\alpha T + Ne*\alpha E + Nc*\alpha C$

A: Atenuación máxima de la sección (dB).
L: Longitud de la fibra (Km).
αT: Atenuación máxima por Kilómetro de la fibra (dB/Km.
Ne: Numero de empalmes en el tramo medido.
αE: Atenuación media máxima por empalme permitida (0,10 dB). Número de conectores.
Nc: Número de conectores.
αC: Atenuación máxima por conjunto conector pigtail permitida (0,60 dB).

- Medidas de Reflectometría

Estas medidas permitirán evaluar la continuidad de la fibra, detectar defectos y medir empalmes. Serán medidas de retroesparcimiento realizadas con reflectómetros ópticos (OTDR), trabajando en diferentes longitudes de onda en función del tipo de fibra:

- Fibra monomodo estándar (ITU-T G. 652): las medidas se realizarán a 1.310 nm y 1.550 nm.
- Las medidas reflectométricas deberán realizarse obligatoriamente en ambos sentidos, obteniéndose las atenuaciones correspondientes como la semisuma algebraica de los valores medidos en los dos sentidos de la transmisión.
- Entre el OTDR y la fibra bajo prueba se deberá instalar una bobina de lanzamiento de una longitud no inferior a 800 metros. Los OTDR utilizados deberán ser los adecuados a los tramos de fibra a medir.
- La anchura del pulso empleado en cada tramo deberá el menor posible para aumentar la resolución en distancia, pero debiendo garantizarse al mismo tiempo una relación señal a ruido (SNR) adecuada en el extremo opuesto de la fibra bajo prueba. Se valorará que se utilicen diferentes longitudes del pulso (pulsos cortos para caracterizar las zonas más cercanas a la fibra y pulsos de mayor longitud para las más alejadas).
- Deberá realizarse un promediado de un número suficiente de pulsos de modo que la traza obtenida sea de buena calidad.
- En la documentación proporcionada por el adjudicatario deberá indicarse la anchura del pulso utilizada en cada medición, así como el índice de refracción de la fibra considerado.

Medición de la atenuación del tramo

Normalmente no será posible la realización de la medida de la atenuación en el total del tramo medido.

Se deberá dar el valor de la atenuación kilométrica entre los puntos más alejados que presenten un comportamiento lineal dentro del tramo.

Si se dieran varias pendientes a lo largo de cada tramo medido se deberá dejar constancia de este hecho, lo mismo que si se diese la aparición de algún punto singular. Se analizarán las posibles causas de estos puntos singulares.

Comprobaciones visuales

Además de las medidas de atenuación indicadas anteriormente, deberán realizarse las siguientes comprobaciones visuales:

- Verificación de que hay cable instalado.
- Verificación de que el cable se ha tendido por el conducto designado para ello.
- Verificación del correcto etiquetado del cable.
- Verificación de que el radio de curvatura del cable es superior al especificado en todas las arquetas del recorrido.

3.2.2 RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Se entregará, en formato papel y electrónico, los resultados de las pruebas realizadas tras el tendido del cable de fibra óptica.

- Tramo en el que se ha realizado la prueba.
- Tipo de cable al que se ha realizado la prueba.
- Fecha de ensayo.
- Tipo de medida realizada (potencia óptica o reflectométrica).
- Marca, modelo y número de serie del equipamiento utilizado para la prueba.
- Anchura del pulso e índice de refracción empleados en la medida (únicamente para mediciones reflectométricas).
- Resultados obtenidos. En el caso de medidas reflectométricas se deberá recoger el gráfico de la traza medida, así como una tabla con los eventos detectados.

3.3 FORMACIÓN

A la entrega de la instalación, y formando parte de la misma, se realizará un curso de operación para el personal de Vigilancia y Mantenimiento que la propiedad designe (Tas Seguridad) para la correcta gestión y uso del Sistema.

El objetivo de este curso permitirá al operador realizar las siguientes acciones:

- Manejo interactivo de la aplicación según el nivel de permisos del operador (desde usuario hasta administrador).
- Interpretación y manejo de los ficheros generados.
- Ejecución (conexión/desconexión de alarmas, posicionamiento de cámaras, altas de usuarios…) de las aplicaciones del sistema.

El curso constará de distintos contenidos, siendo los principales:

- Presentación.
- Accesos y funcionamiento del sistema.
- Arquitectura general y funcionamiento de cada subsistema.
- Manejo de la aplicación.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

Los dispositivos y equipos a disponer deberán tener unas características mínimas que a continuación se describen. Adicionalmente, se indican unos requisitos de instalación de estos elementos, que habrán de respetarse para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos previstos.

Los equipos que se describen reciben la misma denominación en este capítuloque la que se emplea en los planos y en las mediciones utilizadas en este documento.

4.1 SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

4.1.1 DETECTORES VOLUMÉTRICOS

- Serán detectores volumétricos de doble tecnología (infrarrojos pasivos y microondas activos).
- Serán de Grado 2 o superior, según EN50131-2-4.
- Serán de Clase medioambiental II o superior, según EN5013.1
- Tendrán un grado de cobertura adecuado a la zona a supervisar. El alcance teórico del sensor deberá superar en un 20% el máximo alcance requerido para la zona a controlar.
- Dispondrá de supervisión de ángulo 0º.
- Dispondrá de señal de apertura de carcasa (según norma).
- Dispondrá de señal de enmascaramiento de sensor.
- El alcance del microondas podrá ser ajustable.
- Microondas operando en banda X o banda K.

4.1.2 CONTACTOS MAGNÉTICOS

Los contactos magnéticos disponen de las siguientes características:

- Serán contactos magnéticos de empotrar (siempre que sea posible) o de superficie (en el resto).
- Serán contactos magnéticos de Grado 2 o superior, según EN50131-2-6.

- Serán de Clase medioambiental III o superior, según EN50131.
- Dispondrán de Inmunidad magnética (según norma).
- Dispondrán de señal de apertura del sensor (según norma).
- Incluirán de serie las resistencias de fin de línea.
- Para los casos de puertas que permitan contactos magnéticos de empotrar:
    - Aceptará separaciones hasta 14 mm.
    - Serán equipos de características similares a los ELMDENE ELM-EN3-QFC-GN,o similar.
- Para los casos de puertas que no permitan contactos magnéticos de empotrar:
    - Aceptará separaciones hasta 18 mm.

4.2 SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

4.2.1 CÁMARAS DE TV IP FIJAS DE EXTERIOR MEGAPIXEL

Las cámaras de TV fijas a disponer a lo largo de los viales del perímetro deberán de tener las siguientes características:

- Serán cámaras fijas mínimo IP 1´2MP, de tipo día/noche (color/blanco y negro). Filtro de infrarrojos extraíble automáticamente.
- Sensor de imagen CMOS RGB de barrido progresivo de 1/3”
- Dispondrán de óptica varifocal 5-50mm: visión de 61º-29º, F1.8.
- Excelente calidad de imagen con 2,2MP o HDTV 1080p.
- Compresión H.264 (MPEG-4 PARTE 10/AVC), Motion JPEG.
- Transmisión de vídeo: Múltiples secuencias que pueden configurarse individualmente en H.264 y en Motion JPEG. Velocidad de imagen y ancho de banda controlables VBR/CBR H.264.
- Aceptarán alimentación a través de Ethernet (PoE) o mediante cable de alimentación dedicado de 12 Vdc o 24 Vac, bien sea porque dispongan de una fuente de alimentación junto a la cámara/dentro de la carcasa o porque acepten este tipo de alimentación directamente.

4.3 RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO

4.3.1 FIBRA ÓPTICA

La longitud de las mangueras de fibra óptica se hará de acuerdo con el apartado de mediciones del presente Pliego. La selección e instalación de cableado de fibra óptica se hará de acuerdo con la norma EN 50173. Los componentes serán del tipo siguiente:

- Tipo

Manguera de 6 pares de fibras Monomodo de diámetro de 9/125 micrómetros, con funda de plástico con hilos de rigidez Kevlar. La fibra debe ser del tipo "10 Gigabit Ethernet singlemode fiber" siguiendo el estándar OS2 cuyas características técnicas son:

- Fibra monomodo de 9/125 nm.
- Ancho de banda hasta 33GHz a 1300/1550 nm
- Atenuación típica de 0,4dB/Km. a 1310/1550 nm.
- Velocidad de 10 Gbps en distancias de 10 kilómetros.
- Núcleo: 9 micras

Dadas las condiciones de instalación, el empaquetamiento de las fibras y la cubierta del cable deben ser tales que éste sea hidrófugo y resistente al ataque de roedores, debiendo estar armado con camisa de fibra de vidrio, así como de baja emisión de humo y libres de halógenos (LSZH).

- Instalación

La metodología de tendido (soplado, arrastre a motor, tendido manual, etc, con la obligación del cumplimiento de las pautas técnicas establecidas por el fabricante del cable para su instalación (esfuerzos de tracción, radios de curvatura mínimos, etc.).

En el tendido se utilizará uno de los tres tubos, disponible para la Red de Seguridad del Parque, quedando los otros dos reservados para futuras ampliaciones de servicios.

Cada fibra deberá ser etiquetada en ambos extremos. La manguera de 6 pares de fibra se etiquetará en los registros más próximos a las salas de cableado. Además, las cocas de las distintas mangueras de fibra óptica estarán también etiquetadas en cada arqueta.

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO XI. MONITORIZACIÓN Y CONTROL

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

1 OBJETIVO 4

2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA SCADA/SQL 4

2.1 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA SCADA 4
2.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SCADA 7
DESCRIPCIÓN DE LAS PANTALLAS DEL SCADA 7
DESCRIPCIÓN DE LOS INFORMES DEL SCADA 10
ALARMAS DEL SCADA/EVENTOS 11
VARIABLES DEL SCADA 11
USUARIOS 11
INTERFACE DE USUARIO 12
EXPORTACIÓN DE DATOS 12
2.3 SISTEMA SQL 12
2.4 SISTEMA OPC 13
2.5 SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA 13
2.6 SISTEMA DE PREVISIÓN DE ENERGÍA 14

3 REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DEL SCADA 15

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A MONITORIZAR 15
3.2 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO DE MONITORIZACIÓN Y MEDIDA EN CT 23
3.1 SERVIDOR LOCAL EN PLANTA 25
3.2 PV PLANT WORKSTATION 25
3.3 BACKUP 26

4 CONDICIONES GENERALES 27

1 OBJETIVO

El objetivo del sistema SCADA es la implantación de un sistema de monitorización de los equipos instalados en la planta solar (contadores de exportación MT, relés de protección, inversores de potencia, analizadores de corriente continua, contadores de BT, equipos de control de temperatura en transformadores, cajas de conexión de strings, estaciones meteorológicas y ups) y el registro de los datos suministrados por dichos equipos, permitiendo centralizar en un sistema informático con servidor web incorporado, la gestion de esta información. El objeto de esta implantación es la detección de defectos en la instalación, medida de la producción energética, eficiencia y disponibilidad, generación de eventos y alarmas y el almacenamiento de todo ello en una base de datos.

2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA SCADA/SQL

Para integrar un sistema SCADA/SQL es necesario cumplir con unos requerimientos específicos. Se deberán instalar dos sistemas SCADA independientes. Se describirán ambos sistemas en los puntos siguientes.

2.1 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA SCADA

Este sistema está compuesto por dos aplicaciones SCADA que consultan a los distintos dispositivos de campo de forma simultánea haciendo uso de la misma red de comunicaciones de la instalación.

Una de estas aplicaciones se ejecuta sobre un servidor dedicado exclusivamentea tal fin ubicado en el Centro de Datos de BICURA INVESTMENTS, SL (en adelante SCADA REMOTO), el cual se conecta con los equipos de la planta haciendo uso de la conexión a internet disponible en la planta y del router VPN suministrado por BICURA INVESTMENTS, SL (Nauta, CISCO-C819 o similar o Shopos).

La otra aplicación SCADA corre sobre un servidor local ubicado en la instalación (en adelante SCADA LOCAL). El servidor debe estar localizado en un armario tipo rack de 19" con UPS.

Para establecer la comunicación entre el SCADA REMOTO y los equipos presentes en la instalación, el router VPN establecerá una conexión cifrada, a través de la conexión a internet, con el servidor ubicado en el Centro de Datos de BICURA INVESTMENTS, SL. Esta conexión a internet deberá ser utilizada únicamente por el SCADA. Está prohibido usar esta conexión para cualquier otro equipo o sistema (ordenadores, workstations, tablets, Wi-Fi routers, routers, etc.)

Los requerimientos de la conexión a internet de la VPN de BICURA INVESTMENTS, SL dependen del número de equipos, variables y demás parámetros a monitorizar. Estos requerimientos se establecerán por el equipo de mantenimiento de BICURA INVESTMENTS, SL La compañía constructora deberá cumplir con estos requerimientos:

- Velocidad de subida de mínimo 4Mbps (recomendado 5Mbps o más)
- Velocidad de descarga mínima de 2Mbps.
- Sin límite de descarga.
- Conexión estable, sin interrupciones
- Se recomienda contratar una IP fija para uso exclusivo de la conexión a internet de BICURA INVESTMENTS, SL

Asimismo, será necesario instalar una estación de trabajo de sobremesa, que utilizará el personal de mantenimiento en la planta para revisar y operar con el SCADA local. Se ubicará en el Centro de Control de la planta.

La siguiente imagen muestra la topología definida para llevar a cabo la operación de ambos sistemas simultáneamente.

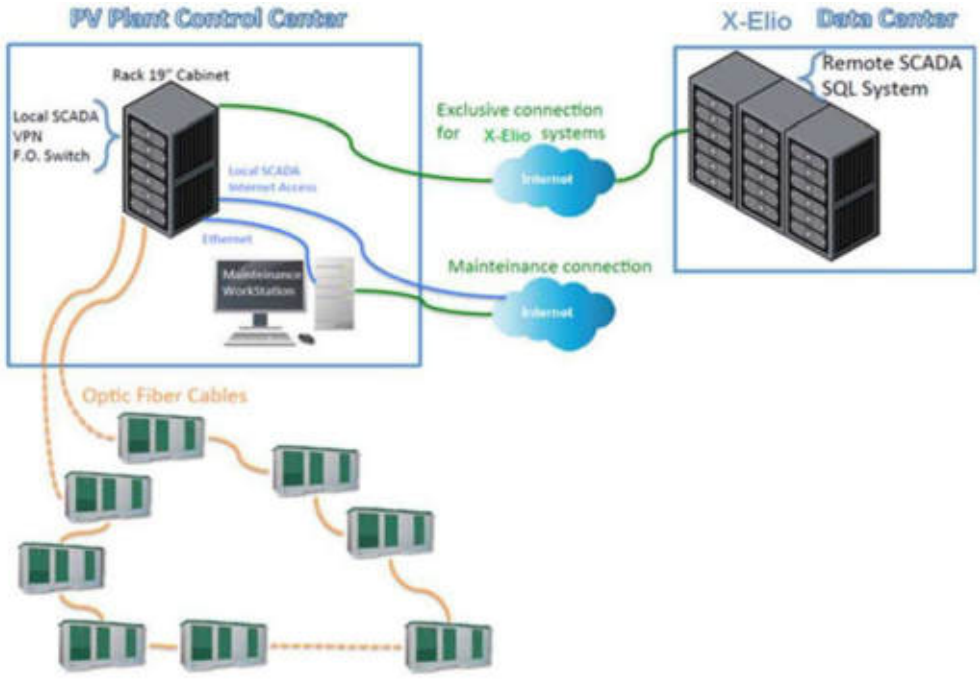


Image 1 - PV Plant Main Network Topology

El Centro de Control deberá estar interconectado con las estaciones de inversión- transformación mediante una red de fibra óptica con topología en anillo. La red de fibra óptica estará interconectada por switches gestionables Ethernet tanto en el Centro de Control como en todas las estaciones de inversión-transformación.

Todos los equipos de campo que deban ser monitorizados, deberán llevar protocolo de comunicaciones Modbus/TCP or Modbus/RTU.

Los equipos de campo que pertenezcan a un centro de inversión-transformación concreto deberán estar conectados al switch Ethernet de ese centro.

Los equipos ModbusTCP (Ethernet) deberán conectarse directamente a los switches ethernet de cada centro.

Los equipos Modbus/RTU (RS485) deberán estar también conectado a los switches ethernet de los centros a través de un conversor RS485/ModbusTCP. Dispositivo recomendado: TCP1RS+ o TCP2RS+ (marca Circutor).

Todos los equipos necesarios (contadores AC, conversores RS485/Modbus TCP, switches ethernet fibra óptica…) se deberán instalar en un armario localizado en cada centro de inversores-transformación denominado “armario de monitorización y medida”.

De este modo ambas aplicaciones SCADA comparten la infraestructura de comunicaciones en la instalación con los dispositivos de campo.

2.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SCADA

El sistema SCADA se desarrollará a través de la aplicación PowerStudio siendo necesaria licencia. Será necesario desarrollar una aplicación específica para cada SCADA. Como se ha mencionado anteriormente, habrá dos SCADAs diferentes (SCADA Remoto y SCADA local).

Los datos recogidos por las aplicaciones son mostrados en varias pantallas tipo sinóptico, así como también son almacenados en base de datos con un periodo de registro que se describirá en el apartado correspondiente de este documento. Las alarmas y los informes estarán también disponibles en el SCADA.

Descripción de las pantallas del SCADA

La presentación de los datos instantáneos más representativos se organizará en pantallas. Todos los equipos incluidos en cada pantalla deberán estar vinculados al correspondiente dispositivo. Las pantallas disponibles serán como mínimo las siguientes dependiendo de los equipos de campo integrados en el SCADA:

- 1 ud pantalla general de planta mostrando el layout.

- 1 ud pantalla general de planta mostrando todos los contadores AC.
- 1 ud pantalla general de planta mostrando todos los inversores.
- X ud pantallas de centro de inversor-transformador. X = número de centros en la planta.
- 1 ud pantalla mostrando las estaciones meteorológicas.
- 1 ud pantalla mostrando las estaciones meteorológicas y las celulas calibradas.
- 1 ud pantalla mostrando el sistema de control de potencia activa.
- 1 ud pantalla mostrando todos los datos de control de temperatura (incluyendo valores de temperatura de transformador e inversor).
- 1 ud pantalla mostrando los relés y contadores de media tensión.
- 1 ud pantalla mostrando la topología de MT
- 1 ud pantalla mostrando los parámetros del PPC y RTU.

Todas las pantallas mostrarán en la cabecera: fecha y hora del sistema, potencia exportada e irradiancia de la célula de referencia para el cálculo de PR (Performance Ratio). A continuación, se muestra una breve descripción de cada pantalla.

LAYOUT: Esta pantalla mostrará la distribución general de la planta. Localizará cada centro de inversión-transformación y el Centro de control, mostrando la potencia producida en cada CT y estará vinculada con su correspondiente pantalla de CT.

CONTADORES AC: Esta pantalla mostrará valores de tensión, corriente, potencia activa exportada y factor de potencia simultáneamente de cada contador. Para mostrar todos los valores del contador, cada uno tendrá un acceso directo. También se mostrará la potencia activa exportada para cada CT. Se describirá claramente si tanto la energía como la potencia son importadas o exportadas. También se mostrará la suma total de potencias activa y reactiva.

INVERSORES: Esta pantalla mostrará valores de tensión AC y DC, intensidad AC y DC y potencia activa exportada de los inversores, simultáneamente. Para mostrar todos los valores del inversor, cada uno tendrá un acceso directo. También se mostrará la potencia activa exportada para cada CT.

CENTRO DE INVERSION-TRANSFORMACIÓN: Esta pantalla mostrará los contadores AC, analizadores DC, inversores y cajas de string conectadas a cada centro. Los valores mostrados de los contadores AC y de los inversores son idénticos a los referenciados en pantallas anteriores. Cada analizador DC

mostrará tensión, intensidad y potencia activa. Cada caja de string mostrará la corriente de cada string y la tensión y temperatura de la caja. Cada dispositivo tendrá un acceso directo para ver todas sus variables.

ESTACIÓN METEOROLOGICA: Esta pantalla mostrará cada canal de todas las estaciones meteorológicas en la planta. Todas las estaciones tendrán un acceso directo para visualizar todas las variables. Todas las células calibradas y piranómetros deberán estar etiquetados con la situación y el uso (por ejemplo, Piranómetro 1 -30º PR o Célula limpia seguidor P04H). Vínculos necesarios en esta pantalla (3) unir todas las irradiaciones de todos los sensores de todas las estaciones en la misma gráfica, unir todas las temperaturas en la misma gráfica y unir todos los datos de las células MET en la misma gráfica.

PARÁMETROS CELULA CALIBRADA: Esta pantalla mostrará los parámetros utilizados en la célula calibrada en esta planta. Permitirá modificar los parámetros para cada sensor de radiación.

SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA: Esta pantalla mostrará las variables necesarias para operar con el sistema de control de potencia activa.

MONITORIZACIÓN DE TEMPERATURA: Esta pantalla mostrará los valores de los dispositivos. Cada dispositivo tendrá un acceso directo para poder visualizar todas sus variables.

TOPOLOGIA MT CENTRO DE CONEXIONES: Esta pantalla mostrará el estado de cada relé e interruptor automático. Cada relé tendrá un acceso directo para visualizar todas sus variables.

TOPOLOGIA MT CENTROS DE INVERSION-TRANSFORMACIÓN: Esta pantalla mostrará el estado de cada relé e interruptor automático de cada CT y del centro de conexiones. Cada relé tendrá un acceso directo para visualizar todas sus variables.

SUBESTACIÓN: Esta pantalla mostrará el estado/parámetro de cada equipo de la subestación. La energía y la potencia se mostrarán claramente como exportada o importada.

PPC & RTU: Esta pantalla mostrará el estado/parámetro de cada señal del PPC & RTU (Estado, límites de regulación, remoto o local, etc.).

Descripción de los informes del SCADA

Con el fin de acceder al histórico de la base de datos, se tendrán al menos, los siguientes informes:

- 1 ud Informe de producción
- 1 ud Informe de PR (performance ratio)
- 1 ud Informe de disponibilidad (requiere la instalación de un servidor SQL dedicado)

El servidor dedicado, donde se genera el informe de disponibilidad, y sus especificaciones se seleccionarán dependiendo del número de dispositivos a monitorizar y sus variables. Se instalará en el Centro de Control de la planta fotovoltaica en un armario tipo rack de 19”.

Todos los informes mostrarán, en la cabecera, fecha y hora del sistema, fecha y hora del comienzo y final del periodo de tiempo seleccionado. A continuación, se realiza una breve descripción de cada informe.

INFORME DE PRODUCCIÓN: Este informe mostrará la producción de la energía generada de cada contador en el periodo de tiempo seleccionado. Se mostrarán también un sumatorio de los contadores AC, el valor del contador MT y un cálculo de pérdidas por transformación y transporte en la línea.

INFORME DE PR: Este informe mostrará el PR (Performance Ratio) de cada contador AC para un periodo de tiempo seleccionado, el informe de PR con el sumatorio de contadores AC en cada línea, el informe de PR referido al contador MT y un PR global de la planta referido a la suma de contadores MT.

INFORME DE DISPONIBILIDAD: Este informe mostrará el cálculo de disponibilidad de cada string, inversor y seguidor (si aplica). Este valor calculado se basa en el número de horas que el string, inversor y seguidor (si aplica) están trabajando en un determinado periodo de tiempo.

Alarmas del SCADA/Eventos

Los sucesos son procesos ejecutados de forma continua por el SCADA para verificar el cumplimiento de ciertas condiciones programadas, dando lugar a una notificación en el VISOR cada vez que dicha condición se cumpla durante un tiempo determinado quedando dicho suceso registrado en la base de datos. El sistema tendrá al menos las siguientes alarmas:

- Alarmas generadas por los dispositivos de campo.

- Alarmas calculadas (producción cero, string abierto, alto viento y posición de defensa, fallo de alimentación en estación meteorológica, fallos en sensores de estación meteo comparado con valores medios, Parada de planta, alta temperatura en inversores o transformadores, producción por debajo del valor medio para string e inversor, etc.).

- Alarmas por fallo de comunicación…

Variables del SCADA

Existirán algunas variables disponibles para uso interno. Con estas variables los usuarios pueden visualizar, por ejemplo, la suma de valores de potencia instantánea en los contadores de AC, sumatorio de energía… Las variables se definirán por BICURA INVESTMENTS, SL y deberán estar disponibles en el menú de selección del dispositivo como el resto de señales.

Usuarios

El SCADA permite crear diferentes perfiles de usuario. Cada uso tiene una ID diferente y su propia contraseña. Los perfiles de usuario permiten dar o denegar acceso a uno o todos los recursos disponibles. Los recursos gestionables son:

- Dispositivos de campo

- Cálculo de variables
- Pantallas de SCADA
- Informes de SCADA
- Sucesos/Alarmas

Interface de usuario

Los usuarios pueden acceder al sistema a través de un navegador web estándar y su interface se basará en Java y HTML5.

Exportación de datos

Los datos de los informes de dispositivos y alarmas estarán disponibles para ser exportados a Excel.

2.3 SISTEMA SQL

Los sistemas de SCADA están unidos a un sistema de información SQL SERVER. Los datos grabados de los dispositivos de campo, que están almacenados en el SADA, se incorporan también al sistema SQL global de BICURA INVESTMENTS, SL

Cuando se construye una nueva planta, es necesario añadir todos los dispositivos y definirlos en la base de datos SQL. Además, es necesario programar los equipos para la sincronización de los mismos, este proceso es esencial para la descarga correcta de los datos.

Los datos almacenados de la estación meteorológica se incorporan también al sistema SQL global de BICURA INVESTMENTS, SL Esta base de datos se importa desde la base SQL de MeteStation4K (fabricante: Geonica).

Las tareas necesarias para incluir los datos guardados en la planta al sistema de información, serán:

- Registro y configuración de cada dispositivo en la base de datos del SQL SERVER.
- Registro y parametrización del proceso de sincronización de los nuevos dispositivos.
- Registro y ajustes de informes individuales utilizados en cada departamento.

Los suministros necesarios serán:

- Licencia SQL DataExport
- Instalación de licencia de la compañía BICURA INVESTMENTS, SL
- Sincronización de los equipos con el SCADA
- Cálculo de la disponibilidad de la planta.

2.4 SISTEMA OPC

Para integrar el SCADA local en otro SCADA diferente, será necesario instalar un servidor dedicado en la planta fotovoltaica utilizando un software de OPC específico con su propia licencia.

2.5 SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA

Si la planta fotovoltaica tiene sistema de control de potencia activa, el SCADA será capaz de monitorizar este sistema. Para ello se necesitará ModbusTCP o Modbus/RTU.

2.6 SISTEMA DE PREVISIÓN DE ENERGÍA

El SCADA será capaz de enviar un correo con la previsión de energía producida (a petición de BICURA INVESTMENTS, SL).

3 REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DEL SCADA

Para desarrollar el sistema SCADA/SQL es necesario instalar varios dispositivos en la planta cuyos requerimientos se describen a continuación.

Todos los equipos conectados al SCADA se muestran en la pantalla de estado de dispositivos. Esta pantalla deberá mostrar la información relativa a cada equipo: nombre, descripción, dirección IP, puerto, estado y en caso de fallo de comunicación, la fecha de la última conexión con el SCADA.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A MONITORIZAR

Todos los equipos de campo a monitorizar deben disponer de protocolo de comunicación ModbusTCP o Modbus/RTU como se ha mencionado anteriormente.

Los equipos a monitorizar son:

- Inversor
- Contador AC
- Analizador DC
- Temperatura del equipo
- Cajas de string
- Estación meteorológica
- Células calibradas
- UPS
- Relé MT
- Interruptor MT
- Contador totalizador
- Contador SSAA
- Subestación
- Contador AT
- PPC&RTU

- **Inversor**

Descripción: Es el encargado de transformar la energía eléctrica en corriente continua producida por los generadores fotovoltaicos en energía eléctrica en corriente alterna con valores de voltaje y frecuencia adecuados para su consumo.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet)

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL: 2 minutos

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Potencia activa AC, potencia reactiva, frecuencia, Potencia DC, Intensidad DC, Intensidad AC, Tensión AC, temperatura, alarmas…

- **Contador de inversor**

Descripción: Es el encargado de medir la energía eléctrica en corriente alterna producida por el inversor.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) y Modbus/RTU (RS485). El contador de AC deberá disponer amos protocolos.

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL: 15 minutos para la variable de energía, 2 minutos para las otras variables.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad AC de la línea, Tensión AC de la línea, Potencia activa de la línea, Potencia activa, Potencia reactiva, Potencia aparente, Factor de potencia, Energía activa

importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva…

Equipo recomendado: Cirwatt B (fabricante: Circutor)

- **Analizador DC de inversor**

Descripción: Es el encargado de medir la energía eléctrica en corriente continua producida por los generadores fotovoltaicos a la entrada del inversor.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad DC, Tensión DC, Potencia DC, Energía DC…

Equipo recomendado: DH-96 (fabricante: Circutor) + shunt (fabricante: Circutor).

Requisitos de instalación: Es necesario disponer de un punto específico para instalar el shunt. Este equipo debe medir toda la corriente DC a la entrada del inversor. Esa corriente DC fluirá a través del shunt. La precisión mínima del shunt deberá ser 0,15 m<.

- **Monitorización de Temperatura**

Descripción: Este dispositivo medirá, por un lado, la temperatura del relé de protección del transformador del Centro de Inversor-transformador y por otro, la temperatura en el interior del Centro (si aplica).

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Temperatura del transformador y habitáculo, alarmas de temperatura, valor de temperatura que active la ventilación…

Equipo recomendado: DHB-424 para temperatura ambiente (fabricante: Circutor) TMD para temperatura de transformador (fabricante: ABB).

- **Stringbox**

Descripción: Es la encargada de conectar en paralelo y proteger las distintas líneas de conexión en serie de varios generadores fotovoltaicos, así como de medir las intensidades de cada línea.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Valores de intensidad y potencia de cada string, Tensión de la caja, Temperatura de la caja, Estado del seccionador, Estado del protector de sobretensiones…

Equipo recomendado: Transclinic xi (fabricante: Weidmüller).

El dispositivo de monitorización deberá ser alimentado por una línea auxiliar y nunca directamente del campo fotovoltaico.

- **Estación meteorológica**

Descripción: Es la encargada de medir y registrar los parámetros meteorológicos de los distintos sensores que tiene conectados.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet), SCADA y Teletrans (Protocolo de Geónica). Deberá tener necesariamente 2 puertos Ethernet, y uno de ellos debe soportar al menos 4 conexiones simultáneas.

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Temperatura ambiente, temperatura de panel, irradiancia, velocidad y dirección del viento, voltaje de la batería, 2 piranómetro, 2 células calibradas…

Instalación: la alimentación en alterna se realizará desde la UPS instalada en el centro de inversor-transformador más cercano.

- **Célula calibrada**

Descripción: Mide los parámetros meteorológicos de los sensores instalados. Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Temperatura de superficie de panel, temperatura ambiente, irradiancia, velocidad del viento…

- **UPS**

Descripción: Es el encargado de suministrar energía a aquellos equipos que necesitan mantenerse alimentados cuando se produce un corte en el suministro de la red.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Potencia de salida, capacidad de la batería, tiempo de autonomía de la batería, estado…

- **Relé MT**

Descripción: Controla las protecciones en media tensión de los Centros de Inversor- Transformador.

Protocolo de comunicaciones: Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Estado del seccionador de puesta a tierra, estado del seccionador de línea, estado del interruptor automático, modo operación local/remoto, alarmas, orden de apertura/cierre del interruptor automático …

Equipo recomendado: Sepam (fabricante: Schneider), REF (fabricante: ABB).

- **Interruptor MT**

Descripción: Este equipo opera la conexión de la línea MT en el Centro de Inversión- transformación o Subestación. Se utiliza para ABRIR/CERRAR el circuito de media tensión. Deberá estar motorizado para operar remotamente.

Protocolo de comunicaciones: Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Estado del Interruptor Automático, Modo de operación Local/Remoto, Órdenes de apertura/cierre del interruptor, alarmas…

- **Contador MT de línea de conexión**

Descripción: Mide la potencia eléctrica generada en AC por toda la planta fotovoltaica.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL :15 minutos para la variable de energía, 2 minutos para el resto de variables.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia,

Energía activa importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva…

- **Contador de SSAA**

Descripción: Mide la potencia eléctrica consumida por toda la planta fotovoltaica. Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL: 15 minutos para la variable de energía, 2 minutos para el resto de variables.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva…

- **PPC & RTU**

Descripción: Recibe datos y consignas de la compañía eléctrica con el fin de cumplir con el correspondiente código eléctrico y responder ante las órdenes de la compañía muy rápido, a través de la respuesta del inversor.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de BICURA INVESTMENTS, SL: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva, Orden local y remota, Eventos…

El equipo será capaz de responder al menos 20 veces por segundo, siendo programado de acuerdo al cumplimiento de las diferentes condiciones del Código Eléctrico local.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO DE MONITORIZACIÓN Y MEDIDA EN CT

Se instalará un cuadro de monitorización en cada CT. Estos cuadros contendrán los siguientes equipos:

- Un Switch gestionable Ethernet-fibra óptica. Formará parte del anillo principal gestionando la red y se interconectará con los switches no gestionables dentro del armario de comunicaciones de cada CT y del Centro de Control. También se conectarán a él otros equipos a monitorizar. Fabricantes recomendados: Lantech, Hirchmann y Moxa.
-
- 1 Switch Ethernet. A él se conectarán algunos equipos a monitorizar.
-
- Casettes de FO: el primero y el segundo tendrán la función de interconectar los diferentes CT, cada uno con el anterior y el siguiente para la conexión del anillo de fibra óptica.
-
- [4…7] Conversores TCP2RS+ o TCP1RS+RS485/Ethernet (fabricante recomendado: Circutor).
-
- 1 Contador Cirwatt B clase 0,5 (fabricante: Circutor) utilizado para medir los parámetros de corriente en AC para cada línea de inversor.
-
- 1 Regleter Weidmüller para medida del contador AC.
-
- 1 Fuente de alimentación 24V/2.5 para alimentación de los equipos en DC.
-
- 1 Termostato + kit de ventilación para regular la temperatura en el interior del cuadro.
-
- 1 Interruptor magnetotérmico 2 polos 6A, curva C.
-

- 1 Interruptor diferencial 25A 30mA.
-
- [10…15] Bases portafusibles para protección de equipos en el interior del cuadro.

La estación meteorológica se monitorizará a través de dos puertos de comunicaciones Ethernet ModbusTCP, y se conectará al switch instalado en el cuadro de monitorización más cercano.

El tendido de cable de comunicaciones deberá estar separado del cable de potencia. Es necesario evitar problemas de comunicaciones.

3.1 SERVIDOR LOCAL EN PLANTA

El servidor instalado en el centro de control se utilizará para la aplicación del SCADA local. El servidor debe contener, al menos:

- Procesador Intel Xeon e5-2603v3 6 Core, caché 15MB, 1.60 GHz.
- 16 GB RAM DDR3 1333MHz.
- 2 HDD SATA – 1 Terabyte
- Tower to Rack Conversion Kit.
- Windows server 2012 Standard ROK. English.
- Pantalla led 21”.
- License top value insight control.
- Hard disk 1 Terabyte SATA 7200rpm (repuesto)
- 8 GB RAM DDR3 1333MHz (repuesto)
- Sistema backup: HP RDX Removable disk backup system + 2x (1TB) disk cartridge.

3.2 PV PLANT WORKSTATION

La workstation que se instalará en el centro de control, será utilizará por el equipo de mantenimiento de la planta para visualizar y operar el SCADA. La workstation deberá disponer de, al menos:

- HP Probook – 15.6” – Core i5 5200U/4GB/500HDD o similar.
- Windows 7 professional 64 bits + windows office 2013 home and business (English)
- Acceso a las herramientas web desarrolladas por BICURA INVESTMENTS, SL Estas herramientas (calendario) deberán ser utilizadas durante la operación y el mantenimiento (O&M).

3.3 BACKUP

Con el fin de asegurar la integridad de la base de datos del SCADA local, se instalará un sistema de copia de seguridad compuesto por un software de copias de seguridad y por un soporte físico de las mismas:

- HP copy System external docking station with USB 3.0
- 1 TB HP tape cartridge (x2)
- Fireproof security box.

4 CONDICIONES GENERALES

Será necesario cumplir con todos los requisitos para garantizar la operación del sistema SCADA/SQL. Estos requisitos se han descrito en puntos anteriores.

Los requerimientos generales serán:

- Una conexión a internet dedicada utilizada únicamente por el SCADA remoto y el sistema SQL en el Centro de control de BICURA INVESTMENTS, SL Sus características dependerán del número de variables y dispositivos a monitorizar. Se prohíbe el uso de esta conexión para cualquier otro propósito.
- Una conexión a internet dedicada utilizada por el SCADA local, workstation de mantenimiento.
- Un armario rack de 19" instalado en el centro de control de la planta, en un espacio separado y adecuadamente ventilado.
- Un servidor SCADA instalado en el centro de control de la planta. Este servidor deberá cumplir con los requerimientos descritos.
- Un servidor SQL instalado en el centro de control de la planta.
- Un SQL dataExport de Circutor instalado en el centro de control de la planta.
- Un servidor OPC instalado en el centro de control de la planta (si necesario).
- Una UPS que garantice la alimentación de los equipos críticos instalados en el Centro de control de la planta.
- El centro de control deberá estar interconectado con los centros de inversión- transformación mediante un anillo de fibra óptica.
- Se instalará un armario de monitorización y medida en cada centro CI-CT. Este armario tendrá todos los equipos necesarios para garantizar la comunicación con los equipos de campo a monitorizar.
- Todos los equipos de campo que deban ser monitorizados deberán disponer de protocolo de comunicación ModbusTCP o Modbus/RTU.
- Los equipos a monitorizar deberán cumplir con lo especificado en el presente documento.

- El sistema SCADA de la planta deberá cumplir con los requisitos especificados en este documento.
- Se instalará un PPC & RTU exclusivo para el control de la planta de acuerdo con el Código Eléctrico del país (si necesario).

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO XII. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES Y OBJETO 4

1 ANTECEDENTES Y OBJETO

La compañía BICURA INVESTMENTS, SL está interesada en la promoción de un parque solar fotovoltaico en las inmediaciones del municipio de Cabanillas de la Sierra y de su consecuente infraestructura eléctrica de interconexión a la red de distribución. BICURA INVESTMENTS, SL tiene la concesión de un punto de conexión a la red de distribución de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U.

Con el objeto de cuantificar las afecciones de la planta fotovoltaica “CALERA”, se indican en los siguientes apartados el listado pormenorizado con la relación de bienes y derechos afectados.

										LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN				
Nº de ORDEN	**PROVINCIA**	**MUNICIPIO**	**POL.**	**PAR.**	**REF. CATASTRAL**	**SUPERFICIE CATASTRAL (m2)**	**USO**	**PLANTA (ÁREA VALLADO) (m2)**	**CAMINO (m2)**	**LSAT (m)**	**SERVIDUMBRE PERMANENTE LSAT (m2)**	**SERVIDUMBRE DE PASO LSAT (m2)**	**SERVIDUMBRE TEMPORAL LSAT (m2)**	**OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (Planta + Camino + Servidumbre paso LSAT) (m2)**
1	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	150	28029A006001500000WK	15.266	Agrario	13.171	774	21	17	63	84	14.008
2	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	39	28029A006000390000WG	2.456	Agrario	2.456						2.456
3	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	149	28029A006001490000WD	2.178	Agrario	2.178						2.178
4	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	151	28029A006001510000WR	13.081	Agrario	12.725						12.725
5	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	71	28029A006000710000WA	3.906	Agrario	3.690	56					3.746
6	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	70	28029A006000700000WW	2.936	Agrario	2.812	75					2.887
7	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	38	28029A006000380000WY	5.700	Agrario	5.623						5.623
8	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	37	28029A006000370000WB	4.110	Agrario	3.986		6	5	18	24	4.004
9	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	35	28029A006000350000WW	32.637	Agrario	31.613	16	6	5	18	24	31.647
10	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	91	28029A006000910000WX	2.186	Agrario	2.168						2.168
11	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	9009	28029A006090090000WO	1.738	Agrario			50	40	150	200	150
12	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	73	28029A006000730000WY	212.546	Agrario			109	87	327	418	327
13	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-I		7188103VL4781N0001ZW	4.782	Urbano.			107	86	314	414	314
14	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-3		7188102VL4781N0001SW	3.449	Urbano.			44	35	132	176	132
15	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-5		7188101VL4781N0001EW	1.225	Urbano.			44	35	132	181	132
16	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CARRETERA ANTIGUA N-I							215	172	681	893	681
17	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-I 13		7090002VL4179S0001AB	385	Agrario			7	6	21	28	21
18	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-I 15		7090001VL4179S0000QL	1.328	Agrario			8	6	24	32	24

La Ocupación de Pleno Dominio hace alusión al área total usada por la planta fotovoltaica por parcelas, equivalente al área interna del vallado, el área del camino de acceso externa al vallado, y el área de la servidumbre de paso de la LSAT externa al vallado.

- **Planta**: Área ocupada por el vallado o vallados.
- **Vial Acceso**: Área del camino EXTERNO al vallado (no incluido el interno).
- **LSAT**: LONGITUD de la línea subterránea de alta tensión (evacuación o interconexión), tanto el tramo dentro del vallado como el de fuera.
- **Servidumbre Permanente LSAT:** Área ocupada por la zanja de la LSAT, tanto el tramo dentro del vallado como el de fuera.

- **Servidumbre de Paso LSAT:** Área ocupada por la servidumbre de la LSAT, tanto el tramo dentro del vallado como el de fuera (1,5m respecto al eje de la línea).
- **Servidumbre Temporal LSAT:** Área ocupada por la servidumbre temporal de la LSAT, tanto el tramo dentro del vallado como el de fuera (2m respecto al eje de la línea).
- **Ocupación Pleno Dominio:** Área total afectada por lo relativo a la zanja: vallado más **PARTES EXTERNAS** del camino y LSAT (exceptuando lo ya incluido de la línea dentro del propio vallado).

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO XIII. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 JUSTIFICACIÓN 4

2 INFORME DE COMPATIBILIDAD URBANÍSTICA 5

1 JUSTIFICACIÓN

Como se ha indicado en la memoria del proyecto, la finca se haya situada en el Término Municipal de Cabanillas de la Sierra, provincia de Madrid (España).

Para la redacción del proyecto de ejecución, así como tramitación de la Autorización Administrativa, se ha solicitado y obtenido el INFORME DE COMPATIBILIDAD URBANÍSTICA. Con dicha solicitud y con el posterior informe de Compatibilidad Urbanística queda justificado urbanísticamente el proyecto, en base a las leyes vigentes y planes de ordenación territorial de Cabanillas de la Sierra, cumpliendo el proyecto con todo o reflejado en dicho Informe de Compatibilidad y con Plan General de Ordenación Urbana de Cabanillas de la Sierra.

2 INFORME DE COMPATIBILIDAD URBANÍSTICA

A continuación, se adjunta la documentación relativa a la compatibilidad urbanística, a fecha de la firma de este proyecto.

REGISTRO DE SALIDA

AYUNTAMIENTO DE CABANILLAS DE LA SIERRA
Oficina/unidad: **REG01**
Nº Registro: **78** Año: **2022**
Fecha: **24/02/2022** Hora: **14:17**

Ayuntamiento de Cabanillas de la sierra

(Madrid)

BICURA INVESTMENTS, S.L.

D. Manuel de Castro Zurita.

Avd de Bruselas, 31, 1ª planta.

28108-ALCOBENDAS (Madrid)

Nº EXPTE: CA-Inf.Urb.439.21-22

En relación con la solicitud formulada, adjunto remito Informe Urbanístico para instalación de planta solar fotovoltaica.

Cabanillas de la sierra, 24 de Febrero de 2022.

El Alcalde Pte.

AYUNTAMIENTO DE CABANILLAS DE LA SIERRA (MADRID)

Fdo.: Jaime García san Martín.

Mancomunidad de Servicios
de Arquitectura y Urbanismo

MSAU Sierra Norte - Madrid

AYUNTAMIENTO de CABANILLAS DE LA SIERRA **Nº. EXPTE: CA-Inf.Urb.439.21-22**

SOLICITANTE:	Excmo. Ayuntamiento Cabanillas de la Sierra	**Registro:** RC-272 18/02/22
PROMOTOR:	BICURA INVESTMENTS, S.L.- Manuel de Castro Zurita	**Ref. Catastral.**
SITUACIÓN:	Polígono 06 – Parcelas 35, 36, 37, 38, 39, 47, 48, 49, 52, 53, 62, 64, 66, 67, 68 ,70, 71, 74, 76, 91, 96, 142, 143, 144,145,146,149,150,151	
ASUNTO:	Informe urbanístico para instalación de planta solar fotovoltaica	**Expediente:** 439/2021

El técnico de la Mancomunidad de Servicios de Arquitectura y Urbanismo de la Sierra Norte de Madrid, Marta Rubio Martín, actuando en calidad de Arquitecta de la misma, y en base a lo dispuesto en el articulo 3.1.a) de los estatutos de la Mancomunidad, una vez analizada la documentación aportada, en relación al expediente cuyos datos se relacionan anteriormente, realiza el presente informe.

INFORME TÉCNICO

Legislación aplicable

- Plan General de Ordenación Urbana de Cabanillas de la Sierra, con ordenación pormenorizada del ámbito de actuación AA-03 y del sector SUS-03 *(Aprob. Def. por Acuerdo Consejo de Gobierno Com. Madrid de 13 de octubre de 2015, BOCM 23-10-2015)*
- Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid
- Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes
- Decreto 50/1999, de 8 de abril, por el que se aprueba el Plan Forestal de la Comunidad de Madrid
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias *(BOE 24-03-1995)*
- Ley 8/1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid *(BOCM 23-06-1998)*
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
- Decreto 59/2017, de 6 de junio, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid (INFOMA).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid
- Real Decreto 2816/1982, de 27 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas
- Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid

Objeto del Informe

El Ayuntamiento de Cabanillas de la Sierra solicita a MSAU Sierra Norte informe urbanístico sobre adecuación del proyecto a la situación de planeamiento urbanístico.

Antecedentes y Documentación

Registro de entrada 2022-RC-272 el 18/02/2022 con la siguiente documentación:

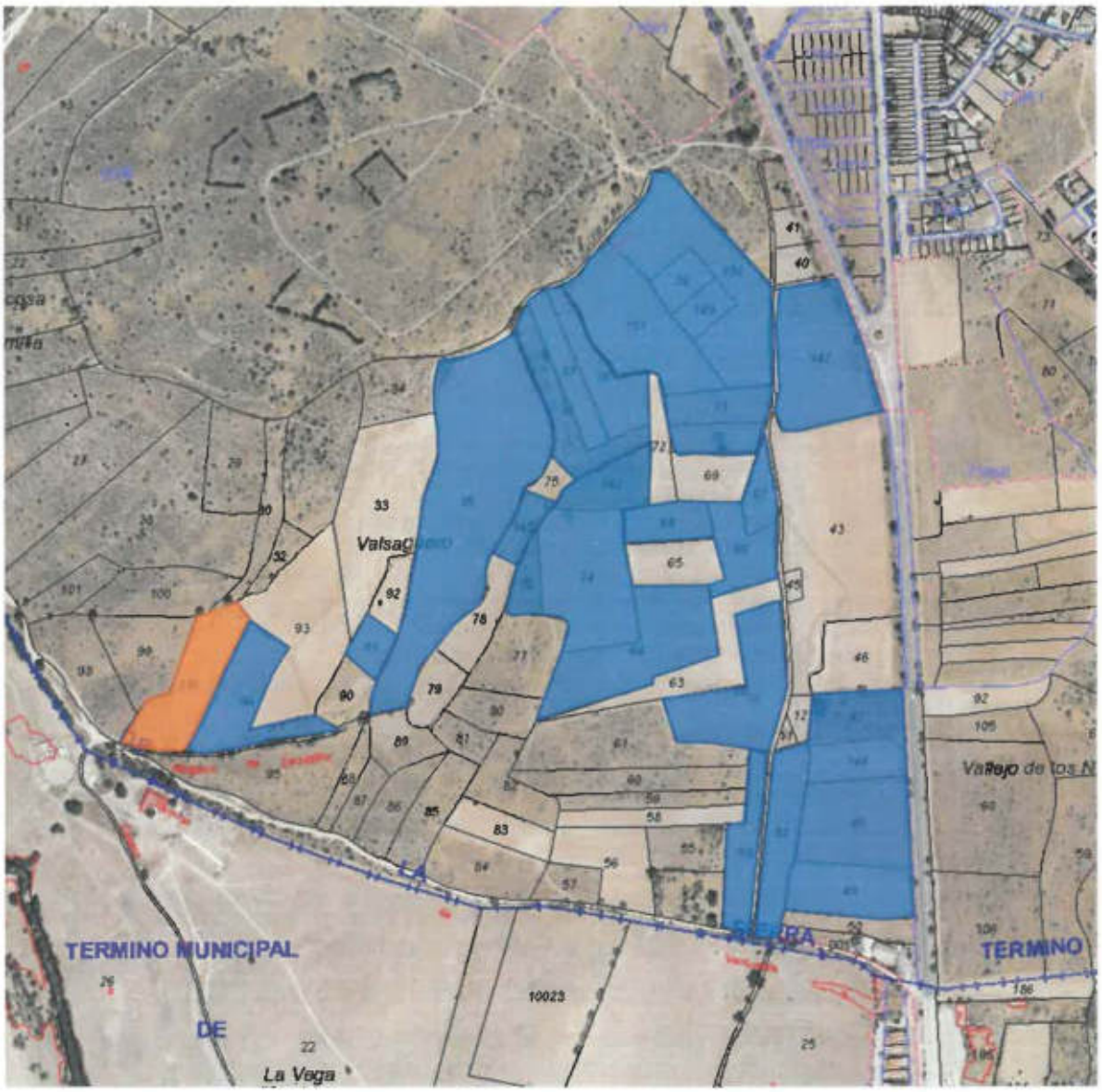
- Providencia de alcaldía solicitando informe urbanístico a la MSAU de fecha 18/02/2022.
- Escrito de BICURA INVESTMENTS, S.L. solicitando la adecuación del proyecto de Planta Solar Fotovoltaica y su respectiva línea eléctrica de evacuación a la situación de planeamiento urbanístico

Consta en la MSAU expediente 439/2021 con la solicitud de 28 de diciembre de 2021 e **Informe 2021-0084 CA-InfUrb018-21 Pol06-Planta fotovoltaica**.

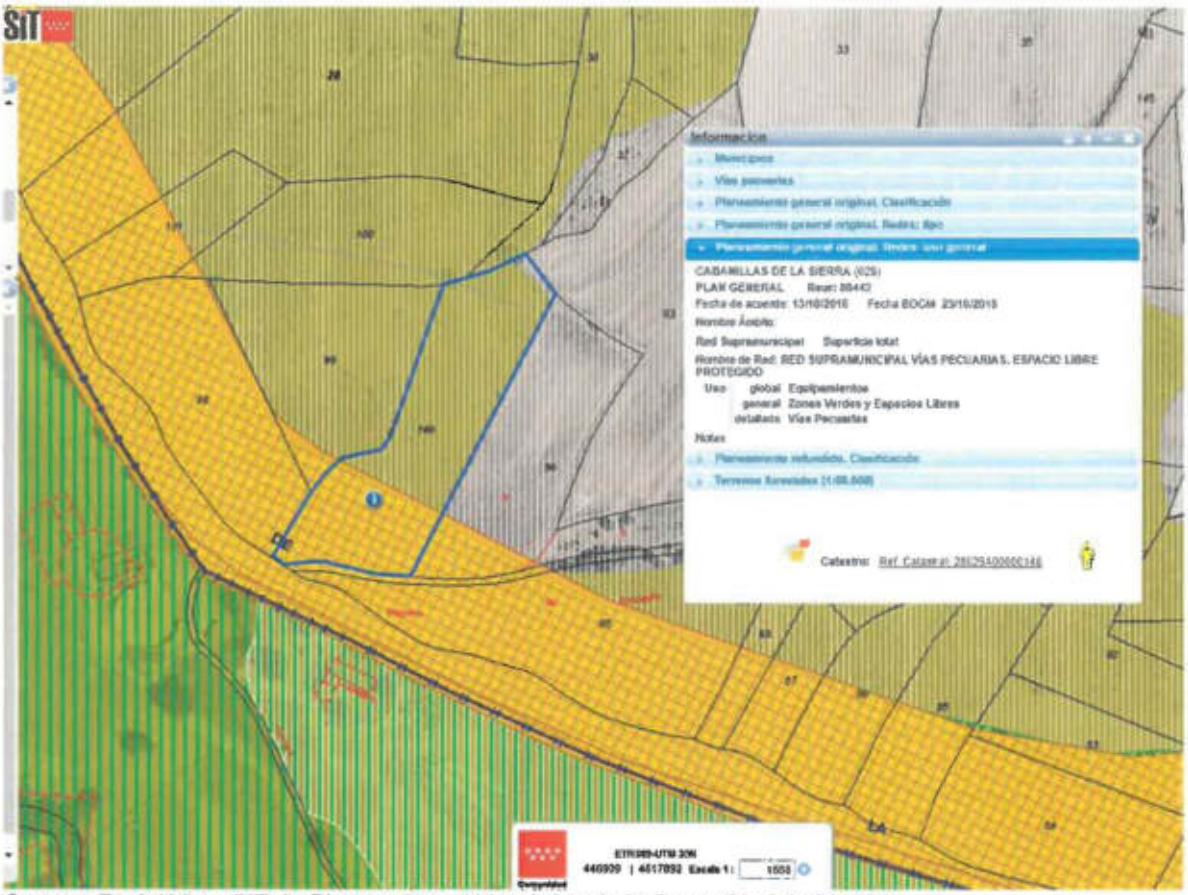
AYUNTAMIENTO de CABANILLAS DE LA SIERRA **Nº. EXPTE: CA-Inf.Urb.439.21-22**

Informe Urbanístico

A la vista que ya ha sido emitido informe de los Servicios de esta Mancomunidad de fecha 03/01/2022, en el que se informa sobre un total de 54 parcelas, la nueva solicitud manifiesta que finalmente se va a actuar sobre las que se señalan en el siguiente plano (de azul las parcelas ya informadas y de naranja la parcela 146 del polígono 6 añadida)



AYUNTAMIENTO de CABANILLAS DE LA SIERRA **Nº. EXPTE: CA-Inf.Urb.439.21-22**



Cartografía del Visor SIT de Planeamiento Urbanístico de la Comunidad de Madrid

Conclusiones

Se dan por reproducidas las condiciones para las parcelas incluidas en el informe urbanístico anterior.
La parcela 146 del polígono 6 se sitúa en terreno clasificado como **Suelo Urbanizable No Sectorizado** incluyéndose una parte del sur de la parcela en **Suelo No Urbanizable de Especial Protección de Vías Pecuarias** (Cañada de Venturada), afectada por Terrenos Forestales.

Se dan por reproducidas las condiciones para las parcelas incluidas en el informe urbanístico anterior, así como los instrumentos de desarrollo y tramitación a realizar.

El presente informe se formula sobre la base de ser ciertos y exactos cuantos datos suministra el peticionario, quien toma a su cargo los daños y perjuicios que puedan derivarse de su inexactitud. Se emite sin perjuicio de lo que se disponga, en su caso, en informes de Órganos Competentes de la Comunidad de Madrid. Todo ello salvo derecho propiedad y sin perjuicios de terceros.

En Lozoyuela, a la fecha de la firma electrónica
Oficina Técnica MSAU

AYUNTAMIENTO DE CABANILLAS DE LA SIERRA
Registro de Salida - REG01
Nº: 2022/6
Fecha: 11/01/2022 a las 09:59

Ayuntamiento de Cabanillas de la Sierra

(Madrid)

BICURA INVESTMENTS, S.L.

Asunto: Información Urbanística

En relación con la solicitud formulada por D. Manuel Castro Zurita, en nombre y representación de BICURA INVESTMENTS, S.L. a cerca de la calificación urbanística de los terrenos donde poder instalar una Planta Solar Fotovoltaica; adjunto remito Informe emitido por el técnico.

Cabanillas de la sierra, 10 de enero de 2022.

El Alcalde Pte.

Fdo.: Jaime García San Martín.

REGISTRO DE ENTRADA
AYUNTAMIENTO DE CABANILLAS DE LA SIERRA
Oficina/unidad: **REG01**
Nº Registro: **16** Año: **2022**
Fecha: **04/01/2022** Hora: **08:47**

Jorge Seisdedos Porta (1 de 1)
ARQUITECTO
Fecha Firma: 03/01/2022
HASH: 47760dda33 1b8d12 16e8e8f2a85406

Mancomunidad de Servicios de Arquitectura y Urbanismo

MSAU Sierra Norte - Madrid

AYUNTAMIENTO de CABANILLAS DE LA SIERRA **Nº. EXPTE: CA-Inf.Urb.018-21**

SOLICITANTE:	Excmo. Ayuntamiento de Cabanillas de la Sierra
SITUACIÓN:	Polígono 06 - Varias parcelas - T.M. Cabanillas de la Sierra
PROMOTOR:	BICURA INVESTMENTS S.L. - Manuel de Castro Zurita *(representante)*
ASUNTO:	**Información Urbanística - Planta solar fotovoltaica**

El técnico de la Mancomunidad de Servicios de Arquitectura y Urbanismo de la Sierra Norte de Madrid, Jorge Seisdedos Porta, actuando en calidad de Arquitecto de la misma, y en base a lo dispuesto en el artículo 3.1.a) de los estatutos de la Mancomunidad, una vez analizada la documentación aportada, en relación al expediente cuyos datos se relacionan anteriormente, realiza el presente informe.

INFORME TÉCNICO

Legislación aplicable

- Plan General de Ordenación Urbana de Cabanillas de la Sierra, con ordenación pormenorizada del ámbito de actuación AA-03 y del sector SUS-03 *(Aprob. Def. por Acuerdo Consejo de Gobierno Com. Madrid de 13 de octubre de 2015, BOCM 23-10-2015)*
- Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid
- Real Decreto 3288/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre régimen del Suelo y Ordenación Urbana
- Ley 9/1995, de 28 de marzo, por la que se regulan las medidas de política territorial, suelo y urbanismo de la Comunidad de Madrid (derogado salvo Títulos II, III y IV)
- Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes (modificada por Ley 21/2015, de 20 de julio)
- Decreto 50/1999, de 8 de abril, por el que se aprueba el Plan Forestal de la Comunidad de Madrid
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias *(BOE 24-03-1995)*
- Ley 8/1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid *(BOCM 23-06-1998)*
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid

Objeto del Informe

El Ayuntamiento de Cabanillas de la Sierra solicita a MSAU Sierra Norte informe sobre información y viabilidad urbanística para la implantación de una planta solar fotovoltaica en las parcelas de referencia.

Antecedentes y Documentación

- Escrito de solicitud de información urbanística *(Reg. entrada: 22/12/2021)*
- Oficio municipal de solicitud de informe MSAU *(28/12/2021)*

Informe Urbanístico

Según datos de la D.G. del Catastro, las parcelas objeto de informe *(un total de 54 parcelas según listado del escrito de solicitud)* se encuentran ubicadas en el Polígono 06 del T.M. de Cabanillas de la Sierra, al suroeste del núcleo urbano. En cuanto a la **clasificación del suelo**, según plano *Ord-01.2.- Clasificación y categorías del suelo* del PGOU municipal vigente, el conjunto de las parcelas se encuentran situadas en **Suelo Urbanizable No Sectorizado**, con varias de ellas también en suelo clasificado como **Suelo No Urbanizable de Especial Protección de Vías Pecuarias** *(parcialmente: parcelas 49, 52, 53, 55, 56 y 96; en toda su superficie: parcela 54)*.

En lo relativo a afecciones sectoriales, la superficie de actuación se encuentra en zonas con vegetación como cultivos de secano herbáceo y uso de tierras arables y pastizal *(SIGPAC)*, y también parcialmente en terrenos forestales *(parcelas 49, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 61,77, 80, 81 y 96)* con vegetación de retamar y encinar, y uso agrario de pastizal y pasto arbustivo *(SIGPAC)*. *Se adjuntan imágenes de catastro y visor urbanístico SIT en anexo.*

INFORME
Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9627TH0B4TPCKJEE3C3WH9UJM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 1 de 14

Además, las parcelas situadas más al sur resultan colindantes con la vía pecuaria *Cañada de las Merinas (Pol.06-Par.9004.- VT Vía de comunicación de dominio público)* y varias de ellas se alinean a los lados de diferentes regueras *(pol.06-par.9006-9007-9008.- HG Hidrografía natural: río, laguna, arroyo).*

En primer lugar, es importante reflejar el contenido de la ***Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid*** como marco general de regulación urbanística, que establece lo siguiente:

Capítulo IV.- Régimen urbanístico del suelo urbanizable

...

Artículo 22 Derechos y deberes de la propiedad en suelo urbanizable no sectorizado

1. *El contenido de los derechos de la propiedad en el suelo urbanizable no sectorizado comprende, además de los generales y de los atribuidos en suelo no urbanizable de protección, los siguientes:*
   a) *Promover la sectorización de sus terrenos y, para ello, el Plan de Sectorización, cuya aprobación supondrá la adscripción de los mismos al régimen urbanístico del suelo urbanizable sectorizado.*
   b) *Solicitar y, en su caso, ejecutar en sus terrenos las obras, construcciones y edificaciones e implantar los usos y las actividades autorizables en esta categoría de suelo conforme a esta Ley.*
   c) *En todo caso, consultar previamente al ejercicio de los anteriores derechos, a las Administraciones competentes, sobre la viabilidad de la sectorización y legislación sectorial aplicable, así como respecto de las obras de conexión con las redes exteriores a la actuación. El pronunciamiento administrativo será vinculante.*
2. *El contenido de los deberes de la propiedad en el suelo urbanizable no sectorizado comprende, además de los generales y de los atribuidos en suelo no urbanizable de protección, los siguientes:*
   a) *Los establecidos para el suelo no urbanizable de protección, mientras no se apruebe ninguna de las actuaciones previstas en las letras a) y b) del número anterior.*
   b) *El de solicitar y obtener la aprobación o autorización que corresponda para la realización de las actuaciones a que se refieren las letras a) y b) del número anterior.*
   c) *El pago del canon municipal que proceda por la realización de actos legitimados por proyecto de actuación especial.*
   d) *En el caso de que se apruebe el Plan de Sectorización, los propios del suelo urbanizable sectorizado y los asumidos en la propuesta de compromisos, así como, en todo caso, los de ejecutar y ceder a las Administraciones públicas que corresponda las obras exteriores al sector necesarias para la debida conexión de éste con las redes supramunicipales de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos municipales, desde la aprobación del correspondiente Plan de Sectorización.*

Artículo 23 Régimen del suelo urbanizable

...

2. *Mientras no se produzca el cambio de categoría a que se refiere el artículo siguiente, en el suelo urbanizable no sectorizado será de aplicación el régimen del suelo no urbanizable de protección en todo lo no previsto en este Capítulo.*

Artículo 24 Actuaciones en suelo urbanizable no sectorizado que requieren cambio en la categoría del suelo

1. *En el suelo urbanizable no sectorizado podrán formularse iniciativas de desarrollo urbanístico mediante actuaciones urbanizadoras de transformación de los terrenos.*
2. *Las iniciativas de desarrollo urbanístico se formalizarán mediante solicitudes de tramitación y aprobación del correspondiente Plan de Sectorización.*
3. *Las determinaciones de ordenación y gestión de las actuaciones urbanizadoras que se legitimen por el correspondiente Plan de Sectorización deberán observar los criterios que sobre delimitación de sectores y su inserción en el modelo territorial se establezcan, en su caso, reglamentariamente, o los fijados por el planeamiento territorial y urbanístico de aplicación.*

Artículo 25 Actuaciones en suelo urbanizable no sectorizado que no requieren cambio en la categoría del suelo

En el suelo urbanizable no sectorizado podrán realizarse, en todo caso, en los términos y condiciones en cada caso prescritos en la presente Ley, los siguientes actos:

INFORME
Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9627FHQ6MTPCKJEE3C39HSBJM | Verificación: https://mssu.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 2 de 14

a) Las obras e instalaciones y los usos requeridos por las infraestructuras y los servicios públicos estatales, autonómicos o locales que precisen localizarse en terrenos con esta clasificación y categoría de suelo.

b) Los que se legitimen mediante calificación urbanística o proyecto de actuación especial.

c) Las instalaciones de carácter deportivo que podrán concederse mediante licencia municipal.

Artículo 26 Actuaciones en suelo urbanizable no sectorizado que requieren calificación urbanística

1. En el suelo urbanizable no sectorizado, en los términos que disponga el planeamiento urbanístico y, en su caso, el planeamiento territorial, podrá legitimarse, mediante la previa calificación urbanística, la realización de las siguientes construcciones, edificaciones e instalaciones con los usos y actividades correspondientes:

   ...

   c) Las de carácter de infraestructuras. El uso de infraestructruras comprenderá las actividades, construcciones e instalaciones, de carácter temporal o permanente, necesarios para la ejecución y el mantenimiento de obras y la prestación de servicios relacionados con el transporte por cualquier medio de personas y mercancías, así como de potabilización, transporte, abastecimiento, depuración y tratamiento de aguas; la generación, el transporte y la distribución de energía; las telecomunicaciones; y la recogida, la selección, el tratamiento y la valorización de residuos.

...

2. Los requisitos de contenido y el procedimiento de tramitación y aprobación de las iniciativas de actuación sometidas a calificación urbanística se regulan en los artículos 147 y 148 de la presente Ley.

3. Además en suelo urbanizable no sectorizado podrán realizarse e implantarse con las características resultantes de su función propia y de su legislación específicamente reguladora, las obras e instalaciones y los usos requeridos por los equipamientos, infraestructuras y servicios públicos estatales, autonómicos o locales que precisen localizarse en terrenos con esta clasificación.

...

Capítulo V.- Régimen urbanístico del suelo no urbanizable de protección

Artículo 28 Derechos y deberes de la propiedad en suelo no urbanizable de protección

1. En el suelo no urbanizable de protección los derechos de la propiedad comprenden, además de los generales, los siguientes:

   a) La realización de los actos precisos para la utilización y explotación agrícola, ganadera, forestal, cinegética o análoga a la que estén efectivamente destinados, conforme a su naturaleza y mediante el empleo de medios técnicos e instalaciones, compatibles con la preservación de los valores que motivan su inclusión en esta clasificación de suelo. Esta facultad comprende sólo los trabajos y las instalaciones que sean indispensables y estén permitidos o, en todo caso, no prohibidos por las ordenaciones territorial y urbanística, debiendo ejecutarse en los términos de éstas y con sujeción, además y, en todo caso, a las limitaciones impuestas por la legislación civil y la administrativa aplicable por razón de la materia.

   b) La realización de obras, edificaciones y construcciones y el desarrollo de usos y actividades que se legitimen expresamente en los términos dispuestos por esta Ley mediante calificación urbanística.

2. En el suelo no urbanizable de protección los deberes de la propiedad comprenden, además de los generales, los siguientes:

   a) Los que establezcan la legislación sectorial y las ordenaciones territoriales y urbanísticas, en función de las condiciones que el planeamiento fije para realizar las intervenciones y los usos permitidos.

   b) Los que voluntariamente asuma el propietario para la realización de usos e intervenciones opcionales compatibles con el específico régimen de protección a que estén sometidos los terrenos.

Artículo 29 Régimen de las actuaciones en suelo no urbanizable de protección

1. En el suelo no urbanizable de protección, excepcionalmente, a través del procedimiento de calificación previsto en la presente Ley, podrán autorizarse actuaciones específicas, siempre que estén previstas en la legislación sectorial y expresamente permitidas por el planeamiento regional territorial o el planeamiento urbanístico.

INFORME
Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9827THDRMTPCKJFE3C3BHS6JM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 3 de 14

2. *Además, en el suelo no urbanizable de protección podrán realizarse e implantarse con las características resultantes de su función propia y de su legislación específicamente reguladora, las obras e instalaciones y los usos requeridos por los equipamientos, infraestructuras y servicios públicos estatales, autonómicos o locales que precisen localizarse en terrenos con esta clasificación. El régimen de aplicación sobre estas actuaciones será el mismo que se regula en los artículos 25 y 161 de la presente Ley.*
3. *Previa comprobación de la calificación urbanística los Ayuntamientos podrán autorizar en los suelos rurales dedicados al uso agrícola, ganadero, forestal o cualquier otro vinculado a la utilización racional de los recursos naturales, por ser de interés público o social, por su contribución a la ordenación y el desarrollo rurales o porque hayan de emplazarse en el medio rural las siguientes construcciones e instalaciones con los usos y actividades correspondientes:*
   a) *Las de carácter agrícola, forestal, cinegético o análogos, así como las infraestructuras necesarias para el desarrollo y realización de las actividades correspondientes. Los usos agrícolas, forestales, cinegéticos o análogos, que deberán ser conformes en todo caso con su legislación específica, comprenderán las actividades, construcciones o instalaciones necesarias para las explotaciones de tal carácter, incluidas las de elaboración de productos del sector primario, así como el accesorio de vivienda.*
   b) *Las de carácter extractivo. El uso extractivo comprenderá las construcciones e instalaciones estrictamente indispensables para la investigación, obtención y primera transformación de los recursos minerales o hidrológicos. La superficie mínima de la finca soporte de la actividad será la funcionalmente indispensable.*
   c) *Las instalaciones de dominio y uso público destinadas al ejercicio de actividades científicas, docentes y divulgativas relacionadas con los espacios naturales, incluyendo el alojamiento, si fuera preciso. En estos supuestos, la superficie mínima de la finca será la que funcionalmente sea indispensable.*
   d) *Las actividades que favorezcan el desarrollo rural sostenible, incluyendo las de comercialización de productos agropecuarios y los servicios complementarios de dichas actividades.*
   e) *Los establecimientos de turismo rural en edificaciones rurales tradicionales rehabilitadas al efecto, dentro de los límites superficiales y de capacidad que se determinen reglamentariamente.*
   f) *La rehabilitación para su conservación, incluso con destino residencial y hostelero, de edificios de valor arquitectónico, aun cuando se encontraran en situación de fuera de ordenación, pudiendo excepcionalmente incluir las obras de ampliación indispensables para el cumplimiento de las condiciones de habitabilidad.*
4. *Asimismo, los Ayuntamientos podrán autorizar instalaciones de carácter deportivo en los suelos rurales destinados a usos agrícolas.*

...

Capítulo IV.- Planeamiento Urbanístico de Desarrollo

...

SECCIÓN 2.- Planes Especiales

Artículo 50 Función

1. *Los Planes Especiales tienen cualquiera de las siguientes funciones:*
   a) *La definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como la complementación de sus condiciones de ordenación con carácter previo para legitimar su ejecución.*
   b) *La conservación, protección y rehabilitación del patrimonio histórico-artístico, cultural, urbanístico y arquitectónico, de conformidad, en su caso, con la legislación de patrimonio histórico.*
   c) *La conservación, la protección, la rehabilitación o la mejora del medio urbano y del medio rural.*
   d) *La protección de ambientes, espacios, perspectivas y paisajes urbanos y naturales.*
   e) *Otras que se determinen reglamentariamente.*
2. *El Plan Especial podrá modificar o mejorar la ordenación pormenorizada previamente establecida por cualquier otra figura de planeamiento urbanístico, debiendo justificar suficientemente en cualquier caso su coherencia con la ordenación estructurante.*

INFORME Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9827TH2M6MTPCKJEE3C39H39JM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 4 de 14

Artículo 51 Contenido sustantivo

1. *Los Planes Especiales contendrán las determinaciones adecuadas a sus finalidades específicas, incluyendo la justificación de su propia conveniencia y de su conformidad con los instrumentos de ordenación del territorio y del planeamiento urbanístico vigentes sobre su ámbito de ordenación.*
2. *En todo caso, el Plan Especial contendrá, según proceda:*
   a) *Las determinaciones propias del Plan Parcial que correspondan a su objeto específico, en su función de desarrollo del Plan General.*
   b) *Las determinaciones propias del Plan Parcial, en su caso de reforma interior, incluidas las establecidas directamente por el Plan General, que complementen o modifiquen.*

Artículo 52 Documentación

El Plan Especial se formalizará en los documentos adecuados a sus fines concretos, incluyendo, cuando proceda, Catálogo de bienes y espacios protegidos e informe de los organismos afectados.

De acuerdo a lo expuesto, según la *Ley 9/2001 del Suelo*, la implantación de *infraestructuras para la generación, el transporte y la distribución de energía* no requieren cambio en la categoría del suelo en Suelo Urbanizable No Sectorizado, si bien puesto que el contenido de los deberes de la propiedad en este tipo de suelo comprende también los establecidos para el Suelo No Urbanizable de Protección, y en dicha categoría no se incluyen las *actividades, construcciones e instalaciones de infraestructuras* como autorizables por los ayuntamientos previa comprobación de la calificación urbanística, se entiende que la figura de planeamiento de desarrollo de los Planes Especiales resulta la más adecuada para la *definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como la complementación de sus condiciones de ordenación con carácter previo para legitimar su ejecución.*

En lo relativo a la normativa urbanística municipal, el ***PGOU de Cabanillas de la Sierra***, en su *Vol.II.- Memoria de Ordenación*, establece las siguientes condiciones para los terrenos de las parcelas de referencia, en función de la clasificación del suelo específica:

7.1.2.3 Suelo no urbanizable de Protección por su interés Ecológico

Incluye aquellos lugares donde se han identificado en el Estudio de la Incidencia Ambiental aspectos naturales de importante valor y por tanto se propone para éstos su preservación, en síntesis se trata de espacios arbolados y en posición topográfica dominante, canchales y afloramientos graníticos diversos, y terrenos de monte regulado, que por sus especiales valores medioambientales se estima que deben ser objeto de especial proteccion.

Se refiere principalmente a las zonas subestepicas de gramíneas y anuales, encinares mesomediterraneos, fresnedas termofilas, enebral con matorral termomediterraneo, retamares y aulagares cuya descripcion detallada se puede consultar en el Estudio de Incidencia Ambiental.

Las zonas de especies vegetales y suelos, que si por su valor productivo o natural no merecen estar contenidos en los apartados anteriores, forman parte intrínseca del paisaje contemplando o prolongando el area de elías.

...

7.1.2.6 Suelo No Urbanizable de Protección Vías Pecuarias

Suelo delimitados de acuerdo a los datos facilitados por el Área de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid, y que se regulan de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 8/1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid y en la Ley 3/95, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias del Estado.

Las condiciones de uso están reguladas en el apartado relativo a la Red Supramunicipal Vías Pecuarias Espacio Libre Protegido.

...

7.1.3.2 Suelo Urbanizable no Sectorizado (SUNS)

Se incluye en esta categoría la restante superficie de suelo urbanizable, pero que no está adscrita a la clase de suelo urbanizable sectorizado. Además de los generales, los derechos y deberes de la propiedad en suelo urbanizable no sectorizado se encuentran recogidos en el Artículo 22 de la LSCM 9/2001.

INFORME Fecha: 03/01/2022
Número: 2021-0084

Cód. Validación: 9527THORMTPCKJEE3C39H59JM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 5 de 14

Una parte se localiza en la zona norte del casco completando la trama entre las urbanizaciones de las Colonias en la zona del Tentadero, y otra parte se localiza en colindancia con "Los Lagunazos".

También se reserva una bolsa de suelo en la zona suroeste definida por el eje estructurante de la antigua Carretera N-I, el límite sur del término municipal y la Cañada Real de Extremadura.

...

El mismo texto normativo, en su *Vol.III.- Normas Urbanísticas*, establece lo siguiente:

Artículo 1.3.4 Planes Especiales

Instrumento de planeamiento que podrá modificar o mejorar la ordenación pormenorizada establecida por otra figura de planeamiento urbanístico siempre que justifique su coherencia con la ordenación estructurante. Los planes especiales cumplirán lo establecido para ellos en los artículos 50 al 52 de la Ley 9/2001, teniendo cualquiera de las funciones allí establecidas para ellos. No obstante lo anterior, el Plan General no prevé en principio la necesidad ni obligatoriedad de formular planes especiales en los suelos urbanos y urbanizables, salvo los que se deriven de la implantación de infraestructuras, servicios o dotaciones.

...

Artículo 2.1.2 Calificaciones urbanísticas

Las obras, edificaciones y construcciones que se realicen para el desarrollo de los usos y actividades permitidas en el suelo no urbanizable de protección y el suelo urbanizable no sectorizado requerirán calificación urbanística que será tramitada en la forma que establece el artículo 148 de la Ley 9/2001.

Así mismo, en el suelo urbanizable no sectorizado, si se cumplen los supuestos del Art. 27 de la ley 9/2001, se podrán legitimar las obras, edificaciones y construcciones que se realicen para el desarrollo de los usos y actividades mediante la formulación de proyectos de actuación especial elaborados y tramitados de acuerdo a los artículos 149 y 150 de la Ley 9/2001.

...

TÍTULO 4 NORMAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Capítulo 4.1 Medidas generales de protección en el Medio Ambiente

Artículo 4.1.1 Protección de la Vegetación y el Arbolado

Se regula a través de las Leyes Forestales, del mismo modo se deberá cumplir lo dispuesto en la Ley 8/2005, de 25 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid.

Se deberán garantizar las medidas dispuestas en el capítulo 10.2.5 del Estudio de Incidencia Ambiental que incluye el Plan General. En este sentido, en los terrenos que cuenten con encinares mesomediterráneos, fresnedas, retamares, enebrales y en los sotos de los arroyos Albalá y Sacedón, solamente se autorizarán usos y actividades respetuosas con dichas especies.

...

Artículo 4.7.4 Protección de infraestructuras eléctricas

Será de aplicación el Decreto 131/97, y resto de la normativa vigente que le sea de aplicación.

En el supuesto de ejecución de centros de transformación no enterrados, deberán contar con las medidas necesarias para evitar los impactos visuales y garantías suplementarias de seguridad y accesibilidad, que deberán contar con informe favorable municipal.

Se deberá dar cumplimiento al Decreto 40/1998, de 5 de marzo, por el que se establecen normas técnicas e instalaciones eléctricas para la protección de la avifauna y de las restricciones que pueda implicar el cumplimiento del artículo 20 de la Ley 16/1995, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.

...

Capítulo 4.9 Medidas de protección del paisaje y la escena urbana

Se tendrán en cuenta el perfil del núcleo urbano desde el punto de vista exterior, para lo que se evitará la ruptura del mismo, con la aparición de elementos cuyas características sean desproporcionadas en altura o masa edificada.

INFORME Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9S277HC8MTPCKJEE3C39HS9JM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 6 de 14

Artículo 4.9.1 Protección de las visualizaciones urbanas

Con carácter general se protegerán las visualizaciones del casco urbano fundamentalmente teniendo en cuenta tres puntos de vista: las visualizaciones del entorno exterior desde el núcleo urbano, las visualizaciones del núcleo desde el exterior al medio urbano y las visualizaciones del núcleo urbano.

Artículo 4.9.2 Medidas de protección de las visualizaciones

Se prestará atención a los impactos de la edificación susceptibles de ocultar o alterar las características del panorama.

Se procederá a la protección especifica de los objetos de visualización.

Se evitarán los impactos sobre la escena urbana derivados de la colocación de antenas de telefonía móvil, carteles, antenas parabólicas, y anuncios, especialmente en las zonas delimitadas como visualizaciones protegidas.

...

Artículo 4.9.6 Protección del Paisaje natural

Todas las actuaciones que tengan impacto paisajístico con respecto al medio ambiente habrán de minimizar o eliminar estos efectos en lo posible mediante la adopción de las medidas correctoras necesarias a este fin adaptándolas a las condiciones paisajísticas del entorno.

Se cuidará el diseño y el color de las estructuras que lo precisen así como de las edificaciones.

Se tendrán en cuenta criterios paisajísticos en el trazado de los nuevos viales.

...

TÍTULO 6 EL RÉGIMEN DE LOS USOS

...

Capítulo 6.9 Uso Infraestructura

...

Artículo 6.9.5 Energética

Definición y categorías. Se define como dotación destinada a la prestación de servicios de abastecimiento energético. Se distinguen las siguientes categorías:

a) *Infraestructura social de abastecimiento, saneamiento y depuración. Instalaciones que desarrollan las actividades destinadas al abastecimiento, saneamiento y depuración de aguas.*
b) *Infraestructura de suministro telecomunicaciones y energía. Instalaciones que desarrollan las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica y gas, al servicio telefónico.*

...

Artículo 6.9.6 Condiciones especificas para las instalaciones de abastecimiento, saneamiento y depuración, telecomunicaciones, electricidad y gas

1. *Tanto el planeamiento que desarrolle el Plan General como cualquier proyecto que se redacte para su desarrollo que afecte a las instalaciones de infraestructura, deberá ser elaborado con la máxima coordinación entre la entidad redactora y las instituciones gestoras o compañías concesionarias, en su caso. La colaboración deberá instrumentarse desde las primeras fases de elaboración y se producirá de forma integral y a lo largo de todo el proceso. Entre su documentación deberá figurar la correspondiente a los acuerdos necesarios para la realización coordinada entre las entidades implicadas.*

...

TÍTULO 10 NORMAS GENERALES EN SUELO URBANIZABLE

...

Capítulo 10.8 Suelo urbanizable no sectorizado

...

Artículo 10.8.3 Determinaciones para el desarrollo de los suelos urbanizables no sectorizados

En virtud de lo dispuesto en el punto 4 del artículo 42 de la Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid, se establecen las siguientes determinaciones:

a) *Las redes generales y supramunicipales, en su caso, se adscribirán a través de los instrumentos de planificación territorial previstos por la legislación vigente y en función de su previa definición por parte de los Organismos y administraciones competentes a las que se hayan de adscribir.*

INFORME Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9G27TH2D8MTPCKJEE3C3SH5UM4 | Verificación: https://mancsau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 7 de 14

b) *Preferentemente, los suelos clasificados como no sectorizados en la zona norte del municipio, tendrán un uso global Residencial con un desarrollo de tipología unifamiliar de media-baja densidad, mientras que el que se los localizados al Sur del casco, preferiblemente serán destinados a un uso global residencial o a un uso Terciario o Actividades Económicas en los terrenos próximos a la carretera, frente a los sectores SUS-01 y SUS-02.*

...

Artículo 10.8.6 Régimen del suelo urbanizable no sectorizado

Mientras no se promuevan iniciativas de sectorización sobre los terrenos urbanizables no sectorizados, las determinaciones de ordenación pormenorizada sobre estos terrenos serán equivalentes a las determinaciones para los suelos no urbanizables de protección con carácter general y ***en particular las previstas para el suelo no urbanizable preservado por interés ecológico y paisajístico****.*

Artículo 10.8.7 Actuaciones sobre el suelo urbanizable no sectorizado

Mientras no se produzcan actuaciones que requieran un cambio de categoría y por tanto el desarrollo del correspondiente Plan de Sectorización, se podrán llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- *Actuaciones orientadas a la protección y potenciación del paisaje, la protección de los valores naturales y culturales y la protección de las actividades agrarias.*
- *La conservación y mejora del medio rural*
- *La protección de las vías de comunicación e infraestructuras básicas del territorio con la ejecución directa de éstas.*
- *La implantación de un equipamiento autorizado en esta clase de suelo*

Estas actuaciones mencionadas se llevarán a cabo a través de la redacción del correspondiente ***Plan Especial****, a través de los cuales también se podrá llevar a cabo la ordenación de todo uso o instalación autorizable, que así lo requiera.*

Otras actuaciones que no requieren cambio de categoría de suelo son las siguientes:

- *Las actuaciones que se legitimen mediante calificación urbanística o proyecto de actuación especial, que aparecen enumeradas en los artículos 26 y 27 de la Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid.*
- *Las instalaciones de carácter deportivo, que podrán concederse mediante licencia municipal.*

...

TÍTULO 11 NORMAS GENERALES DEL SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN

...

Artículo 11.1.7 Ejecución de las redes públicas

En la documentación gráfica se definen las redes públicas que, total o parcialmente, quedan ubicadas en el ámbito del suelo no urbanizable de protección.

La ejecución o ampliación de estas redes, así como la ejecución de otras nuevas que no vengan contempladas en el Plan, requerirán la tramitación de los oportunos planes especiales, y de la modificación previa de este Plan si no estuvieran previstas, a los efectos de legitimación de expropiaciones y servidumbres y de la declaración de utilidad pública de las obras.

Artículo 11.1.8 Régimen de las actuaciones y normas concurrentes

De acuerdo con lo previsto en el apartado 1 del artículo 29 de la Ley 9/2001, en el suelo no urbanizable de protección, sólo podrán producirse las autorizaciones urbanísticas que sean congruentes con lo que expresamente se permite para cada categoría por la presente normativa, y en las figuras de planeamiento de superior rango que pudiera aprobarse. El procedimiento para la concesión de una autorización en cualquier categoría de esta clase de suelo, será el de calificación previa previsto en la Ley 9/2001.

No se autorizarán otros usos que los que se señalen explícitamente para cada una de las categorías. Además, en los suelos en que los usos existentes gozan de algún grado de protección, los nuevos usos autorizados en ningún caso podrán suponer un cambio mayoritario de uso para el conjunto de la unidad parcelaria sobre la que se desarrollen.

Cualquier actuación que, dentro de los usos autorizados, no cumpla las determinaciones fijadas para cada categoría será desautorizada.

INFORME Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9627TH26MTPCKJEEX3I9H59UM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 8 de 14

Es de aplicación al suelo no urbanizable de protección, por razón de la materia, aquella normativa sectorial y específica que afecta a: vías de comunicación, infraestructuras básicas del territorio: uso y desarrollo agrícola, pecuario forestal y minero; aguas corrientes y lacustre o embalsadas, etc.

Las autorizaciones administrativas concurrentes que sean exigidas en esta normativa o en otras normas, tienen el carácter de previas a la licencia municipal y no tendrán en ningún caso la virtud de producir los efectos de la misma, ni subsanar la situación jurídica derivada de su inexistencia.

Artículo 11.1.9 Estudios de impacto ambiental

Conforme a la legislación vigente sobre evaluación de impacto ambiental, las actividades que pretendan localizarse en suelo no urbanizable de protección, y que se presuma puedan inducir un negativo impacto ambiental sobre su entorno, estarán sujetas a la previa evaluación de este impacto o, en su caso, informe o calificación ambientales.

En estos casos, en la tramitación de la autorización urbanística de una instalación o edificación, podrá solicitarse del promotor por parte del Ayuntamiento o consejería actuante, un estudio de impacto ambiental justificativo de preservación del medio físico en aquellos aspectos que queden afectados.

En cualquier caso será de obligado cumplimiento la legislación vigente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y de Protección del Medio Ambiente debiendo someterse a evaluación de impacto ambiental los proyectos, obras e instalaciones prescritos en la legislación de aplicación.

...

Artículo 11.2.8 Condiciones estéticas

En aplicación de lo establecido en la legislación urbanística, toda edificación o instalación deberá cuidar al máximo su diseño y elección de materiales colores y texturas a utilizar, tanto en paramentos verticales como en cubiertas y carpinterías, con el fin de conseguir la máxima adecuación al entorno, quedando expresamente prohibida la utilización de materiales brillantes o reflectantes para cualquier elemento o revestimiento exterior.

En cualquier caso, será potestad del Ayuntamiento y de los órganos autonómicos competentes para la autorización urbanística, dictar normas o imponer condiciones de diseño y tratamiento exterior en aquellos casos en que se consideren afectados desfavorablemente los valores medioambientales.

...

Artículo 11.2.10 Normativa e instrucciones específicas

Las construcciones e instalaciones se sujetarán a la normativa específica que pueda afectarles, así como a las órdenes e instrucciones que puedan ser dictadas por la administración autonómica o estatal competente en razón de su naturaleza.

...

TÍTULO 12 CATEGORÍAS DEL SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN

...

Capítulo 12.3 Suelo no urbanizable de protección de Vías Pecuarias

Artículo 12.3.1 Ámbito de aplicación

Los suelos incluidos en esta clase de protección son los delimitados de acuerdo a los datos facilitados por el Servicio de Vías pecuarias de la Comunidad de Madrid y están sometidos a la Ley 8/1/1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid y a la Ley 3/95, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias del Estado.

El objetivo de protección de dichos terrenos es asegurar su uso para el tránsito ganadero de conformidad con lo establecido en la Ley 8/98, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid y la Ley 3/95, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, pudiéndose admitir como usos compatibles y complementarios los especificados en dichos textos legales como senderismo, cabalgada, y otras formas de desplazamiento deportivo sobre vehículos no motorizados, y las ocupaciones temporales que, con arreglo a dicha legislación, pudiesen ser autorizadas por el órgano administrativo de la Comunidad de Madrid encargado de su gestión.

Artículo 12.3.2 Usos, obras e instalaciones permitidos

Los que se ajusten a los fines perseguidos con la protección.

INFORME
Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9G277HD6MTPCKJEE3C39H9UM4 | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 9 de 14

Artículo 12.3.3 Usos, obras e instalaciones prohibidos

- *Todo tipo de construcción o instalación.*
- *Las instalaciones o actividades que pudieran alterar la topografía o la vegetación superficial.*
- *Las ocupaciones o la instalación de cualquier tipo de elemento que impida o dificulte el paso.*
- *La instalación de carteles publicitarios de cualquier tipo y dimensión, con la única excepción de los paneles de información o interpretación, así como los carteles y signos que establezcan las administraciones públicas.*
- *Los movimientos de tierras o rocas, desmontes, excavaciones o rellenos, y en particular, aquellos destinados a la extracción de roca o áridos, aun en el caso de que se propongan actuaciones complementarias para la regeneración de los suelos.*
- *El asfaltado de dichas vías o cualquier procedimiento semejante que desvirtúe su naturaleza y que conlleve su conversión en viales de comunicación para el tránsito motorizado, en su paso por esta categoría de suelo.*
- *Cualquier tipo de acumulación de residuos sólidos, escombros o sustancias, cualquiera que sea su naturaleza y el lugar en que se depositen.*
- *El tránsito de vehículos todo terreno, motocicletas, y cualquier otro vehículo motorizado fuera de los casos previstos en los artículos 31, 33 Y 36 de la Ley 8/1999, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid, quedando expresamente prohibida la práctica del motocross.*

...

Artículo 12.3.6

La titularidad de los terrenos de vías pecuarias pertenece a la Consejería de la Comunidad de Madrid competente en materia de vías pecuarias. Así debe aparecer en los proyectos de reparcelación o de asignación de la propiedad que pudiera afectarlas.

Artículo 12.3.7

Se debe remitir al organismo responsable de vías pecuarias para su informe el planeamiento urbanístico general y el de desarrollo derivado del presente Plan General que se vea afectado directa o indirectamente por alguna vía pecuaria.

...

Artículo 12.3.10

Las infraestructuras lineales (tuberías, conducciones eléctricas, etc.) se situarán con carácter general fuera del dominio público pecuario. Su autorización únicamente se estudiará por el organismo competente en materia de vías pecuarias para los casos excepcionales e inexcusables y en las circunstancias expuestas en el artículo 38 ("De otras ocupaciones temporales") de la Ley 8/98 de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid.

...

Artículo 12.3.12

Las licencias que conceda el Ayuntamiento en actuaciones que afecten a vías pecuarias deberán respetar la legislación general vigente en materia de vías pecuarias, así como los límites legalmente aprobados de las mismas.

...

Artículo 12.3.13

El vallado de una parcela que colinde con una vía pecuaria precisa, de acuerdo al artículo 14 de la Ley 8/98, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid, de la delimitación de la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural.

...

Capítulo 12.5 Suelo no urbanizable de protección por su interés ecológico y paisajístico

Artículo 12.5.1 Ámbito de aplicación

Incluye aquellos lugares donde se han identificado en el Estudio de la Incidencia Ambiental aspectos naturales de importante valor y por tanto se propone para éstos su preservación, en síntesis se trata de espacios arbolados y en posición topográfica dominante, canchales y afloramientos graníticos diversos, y terrenos de monte regulado, que por sus especiales valores medioambientales se estima que deben ser objeto de especial protección.

Se refiere principalmente a las zonas subestépicas de gramíneas y anuales, encinares mesomediterráneos, fresnedas termófilas, enebral con matorral termomediterráneo, retamares y aulagares cuya descripción detallada se puede consultar en el Estudio de Incidencia Ambiental.

INFORME Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9627TH08MTPCKJEE3C39HS9JM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 10 de 14

Las zonas de especies vegetales y suelos, que si por su valor productivo o natural no merecen estar contenidos en los apartados anteriores, forman parte intrínseca del paisaje contemplando o prolongando el área de elías.

...

Artículo 12.5.2 Usos, obras e instalaciones permitidos

- *Los usos compatibles con la conservación plena del arbolado actual y con el mantenimiento de su función productiva y la ordenación espacial existente en cuanto a setos, arbolado y cercados y también aquellos que resulten de declaraciones de utilidad pública e interés social acordes con el Plan General.*
- *Las instalaciones y edificaciones propias de las explotaciones agrícolas y ganaderas, siempre que no afecten negativamente al aprovechamiento agrario de los terrenos circundantes, en las condiciones establecidas en el capítulo 11.3.*
- *Las viviendas anexas a las instalaciones anteriores, siempre que no exista posibilidad de formación de un núcleo de población, según queda definido en el artículo 11.1.11.*
- *Las instalaciones de dominio y uso público destinadas al ejercicio de actividades científicas, docentes y divulgativas relacionadas con los espacios naturales, incluyendo el alojamiento, si fuera preciso.*
- *Las edificaciones o instalaciones de cualquier naturaleza que, por la actividad que vayan a realizar, tengan que estar asociadas al medio rural como granjas-escuela, centros de estudios del medio rural o natural, instalaciones deportivas para disfrute de éste, etc.*
- *Los establecimientos de turismo rural en edificaciones rurales tradicionales rehabilitadas al efecto y que no supongan ampliación de lo construido. Las condiciones de la edificación en estos casos serán las que presente la edificación original a rehabilitar, siendo requisito previo para la autorización un informe de la Dirección General de Arquitectura de la Comunidad de Madrid, sobre el valor de la edificación y el interés de su rehabilitación.*
- *La rehabilitación para su conservación, de edificios de valor arquitectónico, aún cuando se encontraran en situación de fuera de ordenación, siempre que no supongan ampliación de lo construido y se destinen a alguno de los usos permitidos en esta categoría de suelo, pudiendo en esta caso añadirse también el residencial. Las condiciones de la edificación en estos casos serán las que presente la edificación original a rehabilitar, siendo requisito previo para la autorización un informe de la Dirección General de Arquitectura de la Comunidad de Madrid, sobre el valor de la edificación y el interés de su rehabilitación.*
- *Usos o instalaciones agrícolas no vinculadas a una explotación concreta e independiente del aprovechamiento del terreno, como silos o almacenes de productos hortícolas, siempre que tengan un carácter cooperativo o colectivo.*
- *Las balsas y estanques precisos para el riego.*
- *La plantación de arbolado de ribera en las márgenes de arroyos, desagües de riego, caminos y lindes de fincas, siempre en plantación lineal.*
- *Los edificios destinados a uso dotacional en su categoría de servicios funerarios.*
- *Las edificaciones destinadas a establecimiento de beneficio, taller de cantería.*

Artículo 12.5.3 Usos, obras e instalaciones prohibidos

- *La tala del arbolado para la roturación y cultivo intensivo con labor, salvo en el caso de que el fin de la transformación sea una nueva plantación regular de árboles para la producción agrícola.*
- *Las repoblaciones con cualquier especie distinta a las propias del lugar, así como las talas de sotos o arbolado. Esta prohibición no afecta a los árboles frutales.*
- *Los movimientos de tierras y roca que alteren el perfil del terreno, salvo los necesarios para la ejecución de las instalaciones autorizadas y siempre que a su conclusión se realicen los tratamientos requeridos para su correcta incorporación al paisaje, y para la estabilización de los terrenos.*
- *Las instalaciones para la extracción de roca, incluso si proponen actuaciones complementarias para la regeneración de los suelos.*
- *El vertido de cualquier tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos exceptuando los vertidos mediante emisario que provengan de una estación depuradora con grado mínimo secundario.*

INFORME Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9RZ77NQ8M71PCKJEE3C2BW9JN4 | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 11 de 14

De acuerdo a lo expuesto, la normativa urbanística municipal establece la figura del **Plan Especial** como necesaria para la implantación de infraestructuras, servicios o dotaciones en los suelos objeto de informe. Además, establece que *mientras no se promuevan iniciativas de sectorización sobre los terrenos urbanizables no sectorizados, las determinaciones de ordenación pormenorizada sobre estos terrenos serán equivalentes a las determinaciones para los suelos no urbanizables de protección con carácter general y en particular las previstas para el* ***suelo no urbanizable preservado por interés ecológico y paisajístico***.

En este tipo de suelos se permiten principalmente aquellos *usos compatibles con la conservación plena del arbolado actual, y con el mantenimiento de su función productiva y la ordenación espacial existente*, así como *instalaciones y edificaciones propias de las explotaciones agrícolas y ganaderas, siempre que no afecten negativamente al aprovechamiento agrario de los terrenos circundantes*. La normativa también hace referencia a otros usos permitidos que no resultan de aplicación a los efectos del presente informe, y también establece usos prohibidos, en los que tampoco se mencionan específicamente las infraestructuras energéticas.

Por otro lado, el PGOU municipal hace expresa referencia a la prohibición de *todo tipo de construcción o instalación, instalaciones o actividades que pudieran alterar la vegetación superficial y ocupaciones o instalación de cualquier tipo de elemento que impida o dificulte el paso* en suelos no urbanizables de **Especial Protección de Vías Pecuarias**.

Por otro lado, en lo relativo a la **afección de montes**, se estará a lo dispuesto en la normativa sectorial, y específicamente en la *Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid*:

Artículo 76.- Aprovechamientos

1. *A efectos de esta Ley, se denomina aprovechamiento a todo uso del monte o utilización de sus recursos que, al menos potencialmente, pueda generar ingresos. Tales aprovechamientos, cuando se realicen en montes públicos, cuya titularidad o gestión esté atribuida a la Comunidad de Madrid, tendrán la consideración de contratos administrativos especiales y se regirán por su normativa específica, debiendo, en todo caso, ajustarse a las normas de esta ley, de la legislación urbanística y sectorial.*
2. *Podrán ser objeto de aprovechamiento forestal las maderas, leñas, cortezas, frutos, resinas, pastos, plantas aromáticas y medicinales, setas, productos apícolas, los usos recreativos y los recursos culturales o educativos, además de otros productos característicos de los terrenos forestales.*

...

Artículo 83.- Aprovechamientos en montes de régimen general

1. *Los aprovechamientos que puedan realizarse en montes de régimen general se efectuarán de acuerdo a las disposiciones específicas de esta Ley y del resto de la normativa vigente que puede afectarle.*
2. *Los aprovechamientos en montes que tengan aprobados Proyectos de Ordenación o Planes Técnicos, se realizarán conforme a las prescripciones contenidas en los mismos y previa notificación escrita a la Administración Forestal.*
3. *Requerirán autorización previa de la Administración Forestal de la Comunidad de Madrid los aprovechamientos no contenidos en los Proyectos de Ordenación o Planes técnicos aprobados, los que se realicen sin disponer de los citados Proyectos o Planes y los debidos a causas de fuerza mayor.*

Dichas autorizaciones podrán fijar, con carácter obligatorio, las condiciones técnicas de ejecución de los aprovechamientos y, en su caso, las acciones necesarias para salvaguardar la regeneración de las masas

En el caso que nos ocupa, la actividad propuesta puede considerarse aprovechamiento del monte, por lo que se requerirá autorización previa del *Área de Conservación de Montes de la D.G. de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid.*

En cuanto a legislación ambiental autonómica y estatal, deberá cumplirse lo establecido por la *Ley 2/2002 Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid*, y por la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*, que recoge lo siguiente:

INFORME
Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9927?HQBMTPCKJEE3C39H59JM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 12 de 14

ANEXO II

Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2.ª

...

Grupo 4. Industria energética.

...

i) Instalaciones para producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, destinada a su venta a la red, no incluidas en el Anexo I ni instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que, ocupen una superficie mayor de 10 ha.

Conclusiones

De acuerdo a lo expuesto, las parcelas objeto de informe *(un total de 54 parcelas según listado del escrito de solicitud)* se encuentran ubicadas en el Polígono 06 del T.M. de Cabanillas de la Sierra, al suroeste del núcleo urbano. El conjunto de las parcelas se está situado en terrenos clasificados como **Suelo Urbanizable No Sectorizado**, con varias de ellas también en **Suelo No Urbanizable de Especial Protección de Vías Pecuarias** (según plano *Ord-01.2.- Clasificación y categorías del suelo* del PGOU municipal vigente).

En lo relativo a afecciones sectoriales, la superficie de actuación se encuentra en zonas con vegetación como cultivos de secano herbáceo y uso de tierras arables y pastizal *(SIGPAC)*, y también parcialmente en terrenos forestales *(parcelas 49, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 61,77, 80, 81 y 96)* con vegetación de retamar y encinar, y uso agrario de pastizal y pasto arbustivo *(SIGPAC)*. Además, las parcelas situadas más al sur resultan colindantes con la vía pecuaria *Cañada de las Merinas (Pol.06-Par.9004.- VT Vía de comunicación de dominio público)* y varias de ellas se alinean a los lados de diferentes regueras *(pol.06-par.9006-9007-9008.- HG Hidrografía natural: río, laguna, arroyo)*.



Visor catastral sobre ortofoto



Visor planeamiento SIT.- Clasificación y terrenos forestales

El **Plan General de Ordenación Urbana de Cabanillas de la Sierra** prevé que los suelos objeto de propuesta *preferiblemente serán destinados a un uso global residencial o a un uso Terciario o Actividades Económicas en los terrenos próximos a la carretera, frente a los sectores SUS-01 y SUS-02 (art.10.8.3).*

INFORME
Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 9R277NC6MTPCHJEFE3C39HSWJN4 | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 13 de 14

Dicha normativa urbanística municipal establece que *mientras no se produzcan actuaciones que requieran un cambio de categoría y por tanto el desarrollo del correspondiente Plan de Sectorización... se permite la ejecución de infraestructuras básicas del territorio a través de la redacción del correspondiente Plan Especial (art.10.8.7 y art.11.1.7)*, y que entre tanto *las determinaciones de ordenación pormenorizada sobre estos terrenos serán equivalentes a las determinaciones para los suelos no urbanizables de protección con carácter general y en particular las previstas para el suelo no urbanizable preservado por interés ecológico y paisajístico (art.10.8.6).*

Así, de acuerdo a lo expuesto en el PGOU municipal, la implementación de una planta fotovoltaica en los terrenos clasificados como **Suelo Urbanizable No Sectorizado, resulta viable en términos urbanísticos** siempre que se justifique que resulta compatible con la *conservación plena del arbolado y con el mantenimiento de la función productiva y ordenación espacial existentes (art.12.5.2)*, que no se produce ninguna de las actuaciones prohibidas por el planeamiento, para Suelo No Urbanizable de Especial Protección en general *(art.11.1.8.-... deberá cuidar al máximo su diseño y elección de materiales colores y texturas a utilizar, tanto en paramentos verticales como en cubiertas y carpinterías, con el fin de conseguir la máxima adecuación al entorno, quedando expresamente prohibida la utilización de materiales brillantes o reflectantes para cualquier elemento o revestimiento exterior)* y de protección por su interés ecológico y paisajístico en particular *art.12.5.3)*.

También deberá justificarse que se cumplen las medidas generales de protección de la vegetación y el arbolado *(art.4.1.1.- ...en los terrenos que cuenten con encinares mesomediterráneos, fresnedas, retamares, enebrales..., solamente se autorizarán usos y actividades respetuosas con dichas especies)* y de la protección del paisaje y las visualizaciones urbanas *(art.4.9.6.- Todas las actuaciones que tengan impacto paisajístico con respecto al medio ambiente habrán de minimizar o eliminar estos efectos en lo posible mediante la adopción de las medidas correctoras necesarias a este fin adaptándolas a las condiciones paisajísticas del entorno)*.

En los terrenos clasificados como **Suelo no urbanizable de protección de Vías Pecuarias** *se prohibe todo tipo de construcción o instalación (art.12.3.3.)*, por lo que **no resulta viable** la instalación propuesta.

En todo caso, como se ha indicado, las actuaciones mencionadas debe llevarse a cabo a través de la redacción del correspondiente **Plan Especial** *(art.10.8.7)*, además del correspondiente procedimiento de **evaluación ambiental** *(art.11.1.9.-... las actividades que pretendan localizarse en suelo no urbanizable de protección, y que se presuma puedan inducir un negativo impacto ambiental sobre su entorno, estarán sujetas a la previa evaluación de este impacto)* y de la obtención de las autorizaciones administrativas concurrentes derivadas de las afecciones sectoriales que resulten de aplicación.

El presente informe se formula sobre la base de ser ciertos y exactos cuantos datos suministra el peticionario, quien toma a su cargo los daños y perjuicios que puedan derivarse de su inexactitud. Se emite sin perjuicio de lo que se disponga, en su caso, en informes de Órganos Competentes de la Comunidad de Madrid. Todo ello salvo derecho propiedad y sin perjuicios de terceros.

En Lozoyuela, a 29 de diciembre de 2021

Oficina Técnica MSAU
Fdo: Jorge Seisdedos Porta

INFORME
Número: 2021-0084 Fecha: 03/01/2022

Cód. Validación: 8927?HGMTPCKJEE3C39I59JM | Verificación: https://msau.sedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 14 de 14

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO XIV. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**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 Proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica CALERA 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 solar fotovoltaica pertenecen al término municipal de Cabanillas de la Sierra, en la provincia de Madrid. Los datos identificativos generales de la instalación se recogen en las siguientes tablas.

DATOS GENERALES DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	
Tipo de Instalación de generación de electricidad	b.1.1
Tecnología	Solar Fotovoltaica
Potencia de Acceso	4.999 kW
Potencia Nominal (AC) (inversores)	4.998 kW
Potencia Pico Total (DC) (paneles)	6060,96 kWp
Potencia del panel solar	610 W
No. Total de paneles	9.936 ud
Inversores Totales	3 ud
Inversor. Potencia unitaria	1.666 kW
No. Paneles en serie por string	24 ud
No. Total de strings en paralelo	414 ud
No. Total de transformadores	3 ud
Potencia Transformador	1.800 kVA
Potencia contratada prevista para los servicios auxiliares.	10 kW

Parámetro	Valor de Diseño
Superficie afectada por la instalación	9,68 Ha.
Seguimiento	fija biboste
Orientación. Inclinación	25°
Orientación. Acimut	0º
Número de paneles por mesar	48
Separación entre filas de mesas a ejes(m)	4,11 m

La instalación objeto del presente proyecto convertirá la energía proveniente del sol en energía eléctrica alterna trifásica a 645V, que a través de un Centros de Transformación elevará el nivel de tension a 20kV y, posteriormente se inyectará a la red de distribución de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U.

3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La fase de construcción de la planta solar fotovoltaica 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 (Centro de inversores / transformación).
- Hincado de la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos.
- 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.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisa de cimentaciones de hormigón.

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 Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce 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 (M^3 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
TIPO I y II	19 12 09	Arena, grava y otros áridos	148,9	16,7%
TIPO III	17 01 01	Hormigón	49,6	5,6%
TIPO IV	15 01 03	Madera	85,2	9,5%
TIPO IV	17 04 05	Metales	20,3	2,3%
TIPO IV	15 01 01	Cartón	364,3	40,8%
TIPO IV	15 01 02	Plástico	223,5	25,0%
TIPO V	19 03 06	Residuos peligrosos	0,5	0,1%
TIPO V		Residuos sólidos urbanos	1,0	0,1%
	TOTAL		893,3	100,0%

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 fotovoltaica 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 Solar Fotovoltaica, 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 fotovoltaica, 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

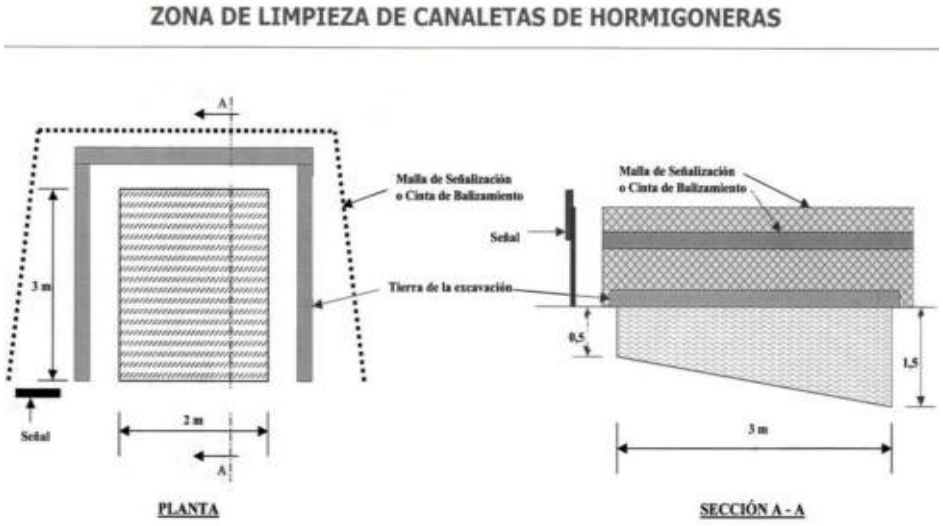
- Área recogida restos hormigones y limpieza de canaletas
  - Zona de limpieza canaletas hormigonera y restos de hormigones

- 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 contenedores de segregación de residuos no peligrosos e inertes se ha previsto el emplazamiento aproximadamente cerca del acceso a la planta fotovoltaica 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 zonas de acopios de tierras, gravas y arenas 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 febrero 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.

Desmantelamiento de instalaciones y limpieza de la zona de obras

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 Solar Fotovoltaica se recogen en la siguiente tabla:

Capítulo	*Ud*	*Resumen*	*CanPres*	*PrPres*	*ImpPres*
08.01	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Madera	85,2	1,45 €	123,60 €
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	223,5	2,10 €	469,27 €
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	364,3	1,30 €	473,55 €
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	20,3	11,3	229,50 €
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	198,5	1,95 €	387,13 €
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	85,2	17,35 €	1.478,92 €
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	223,5	27,71 €	6.192,08 €
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	364,3	15,90 €	5.791,89 €
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	20,3	15,85 €	321,91 €
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	198,5	54,96 €	10.911,21 €
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		26.379,07 €

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ANEXO XV. PLAN DE EJECUCIÓN

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

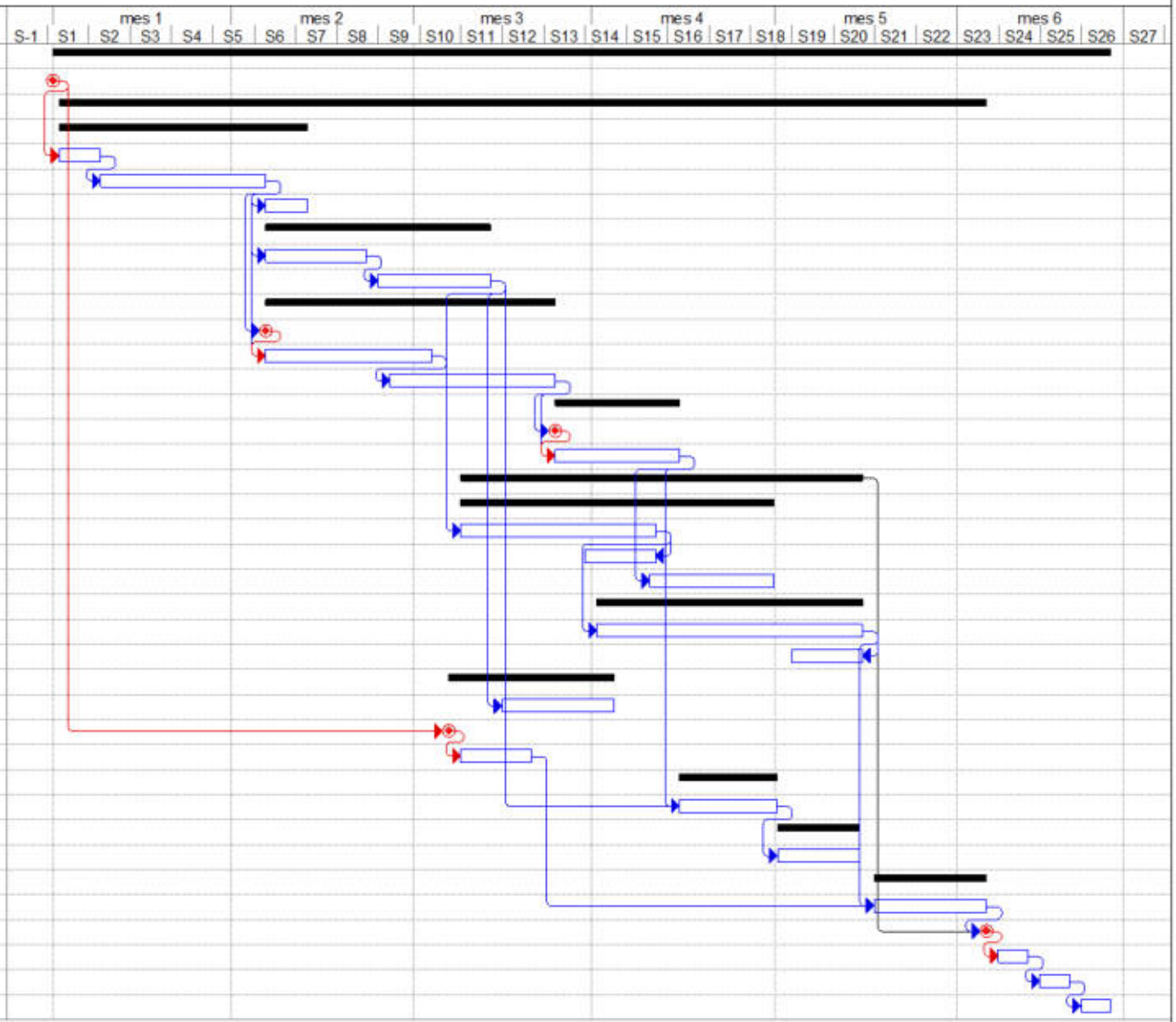
1. PLAN DE EJECUCIÓN 4

1. PLAN DE EJECUCIÓN

A continuación, se detalla el plan de ejecución para la construcción de la planta fotovoltaica.

ANEXO XII. PLAN DE EJECUCIÓN
CALERA

Id	Nombre de tarea
1	**Proyecto Fotovoltaico**
2	Acta de Reemplateo
3	**Construcción**
4	**Acondicionamiento del terreno**
5	Topografía, delimitación obra
6	Acondicionamiento de Viales y accesos
7	Red de drenajes
8	**Excavación y canalizaciones**
9	Apertura de zanjas y edificios
10	Arquetas y tubos de protección
11	**Instalación Estructura**
12	Suministro Estructura
13	Colocacion Hincados
14	Montaje Estructura
15	**Instalación Módulos Fotovoltaicos**
16	Suministro de Paneles
17	Colocación de paneles
18	**Instalación eléctrica Baja Tensión**
19	**Instalación parte generación**
20	Cableado y elementos de conexión
21	Cuadros, Armarios y Protecciones
22	Conexionado de paneles
23	**Instalación parte consumos para consumos**
24	Cableado y elementos de conexión
25	Cuadros, Armarios y Protecciones
26	**Instalación Eléctrica Media Tensión**
27	Cableado y conexionado MT
28	Suministro de Inversores
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	**Interconexion**
35	Instalacion Linea Evacuacion, CS y Entronque
36	Fin de obra
37	**Autorización de Puesta en Tensión y en Servicio**
38	**Puesta en Marcha**
39	**Informe del Operador**



Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

PLANOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**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

SPA2021.65-CAL-1000-GE-DRW-00-SITUACION 25.DWG





PLANTA FOTOVOLTAICA
PF CALERA

Municipio: Cabanillas de la Sierra
Provincia: Madrid
Comunidad: Madrid
Pais: España

Referencia Catastral:

28029A006001500000WK	28029A006000700000WW
28029A006000390000WG	28029A006000380000WY
28029A006001490000WD	28029A006000370000WB
28029A006001510000WR	28029A006000350000WW
28029A006000710000WA	28029A006000910000WX

Poligono: 6
Parcelas: 150,39,149,151,38,37,71,70,35,91
Total Area Util: 7,99Ha
Total Permimetro: 2049 m

Coordenadas (Pto Medio):

X=446911.2093 Latitud: 40.813719°
Y=4518269.3482 Longitud: -3.629478°

nexer | Renerix Solar

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25° ; Azimut 0°
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: SITUACIÓN

Nº PLANO: 1000-GE

HOJA: 1 DE 1

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	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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 NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRA ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA2021.65-CAL-1000-GE-DRW-00-SITUACION 50.DWG





PLANTA FOTOVOLTAICA
PF CALERA

N
W
E
S

Municipio: Cabanillas de la Sierra
Provincia: Madrid
Comunidad: Madrid
Pais: España

Poligono: 6
Parcelas: 150,39,149,151,38,37,71,70,35,91
Total Area Util: 7,99Ha
Total Permimetro: 2049 m

Referencia Catastral:

28029A006001500000WK	28029A006000700000WW
28029A006000390000WG	28029A006000380000WY
28029A006001490000WD	28029A006000370000WB
28029A006001510000WR	28029A006000350000WW
28029A006000710000WA	28029A006000910000WX

Coordenadas (Pto Medio):

X=446911.2093 Latitud: 40.813719°
Y=4518269.3482 Longitud: -3.629478°

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25° ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: SITUACIÓN

Nº PLANO: 1000-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

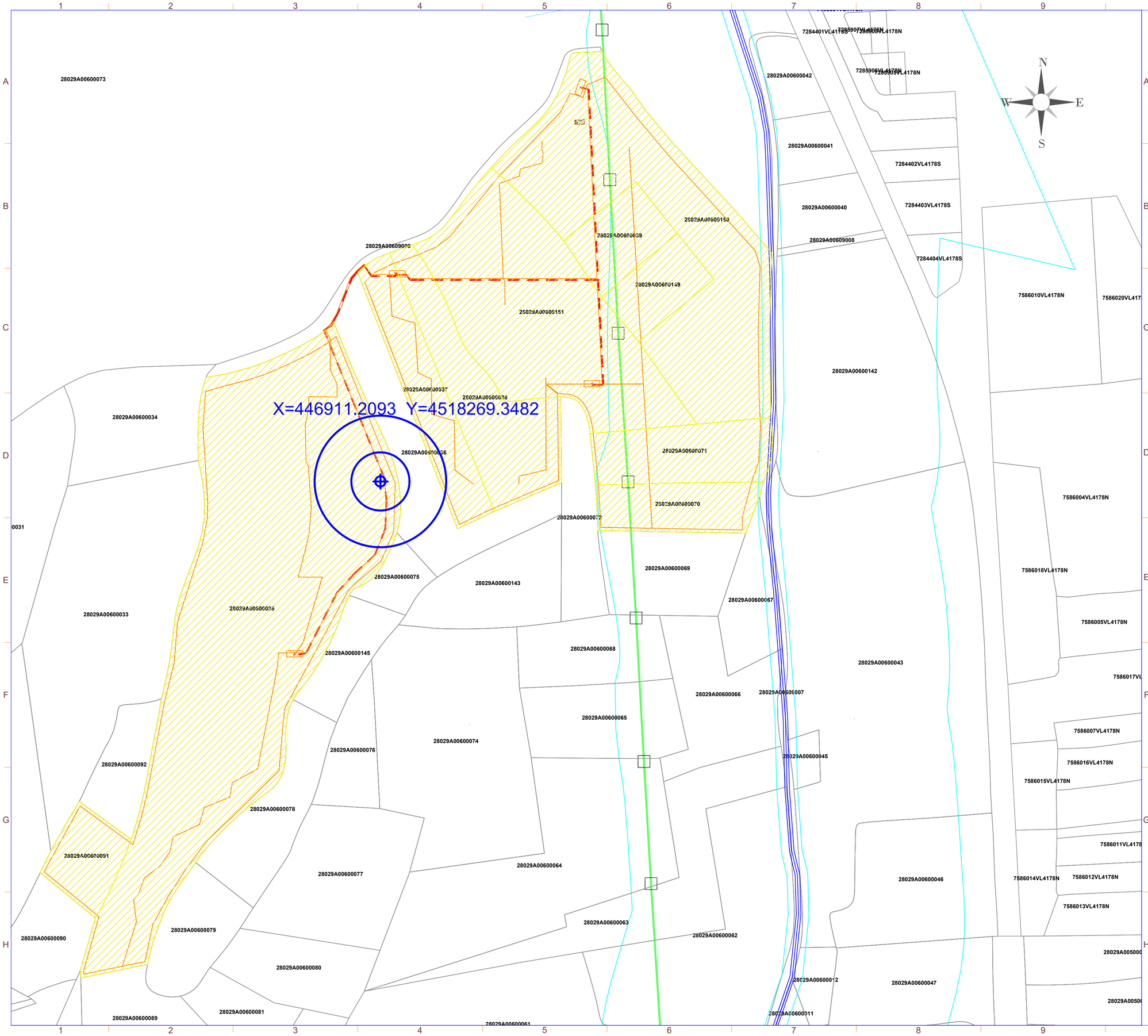
ESCALA: 1:50000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built



CENTROIDE
UTM/ETRS89. Huso:30

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25° ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: UBICACION 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: 1:1250

DIBUJADO POR:

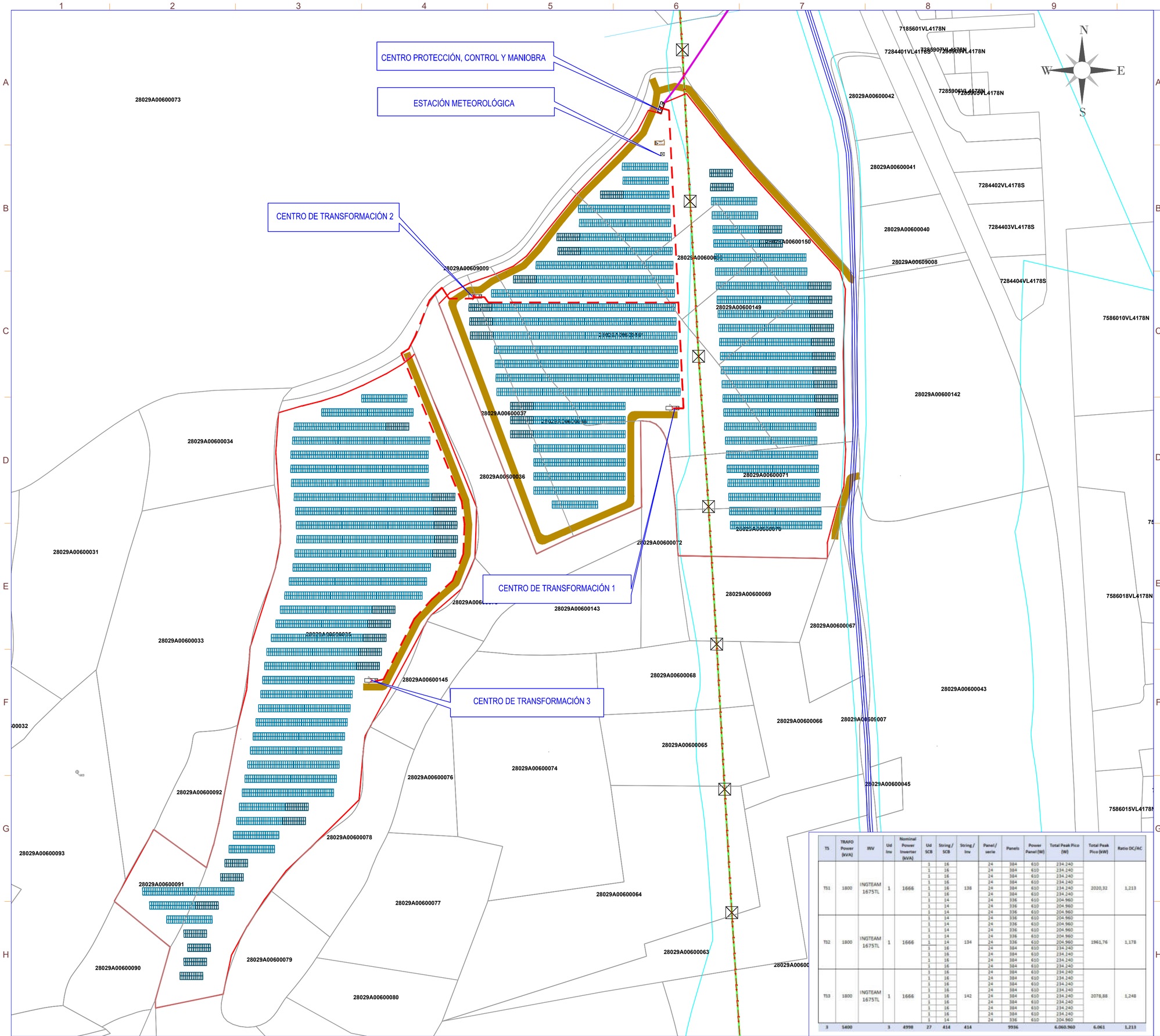
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.65-CAL-1005-GE-DRW-00-UBICACION CATASTRAL.DWG



TS	TRAFO Power (kVA)	INV	Ud Inv	Nominal Power Inverter (kVA)	Ud SCB	String / SCB	String / Inv	Panel / serie	Panels	Power Panel [W]	Total Peak Pico [W]	Total Peak Pico [kW]	Ratio DC/AC
TS1	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16	138	24	384	610	234.240	2020,32	1,213
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
TS2	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	14	134	24	336	610	204.960	1961,76	1,178
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
TS3	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	16	142	24	384	610	234.240	2078,88	1,248
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	14		24	336	610	204.960		
3	5400		3	4998	27	414	414		9936		6.060.960	6.061	1,213

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Línea Interna MT
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: LAYOUT GENERAL

Nº PLANO: 1015-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1250

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	07.03.2022	J.M.T.

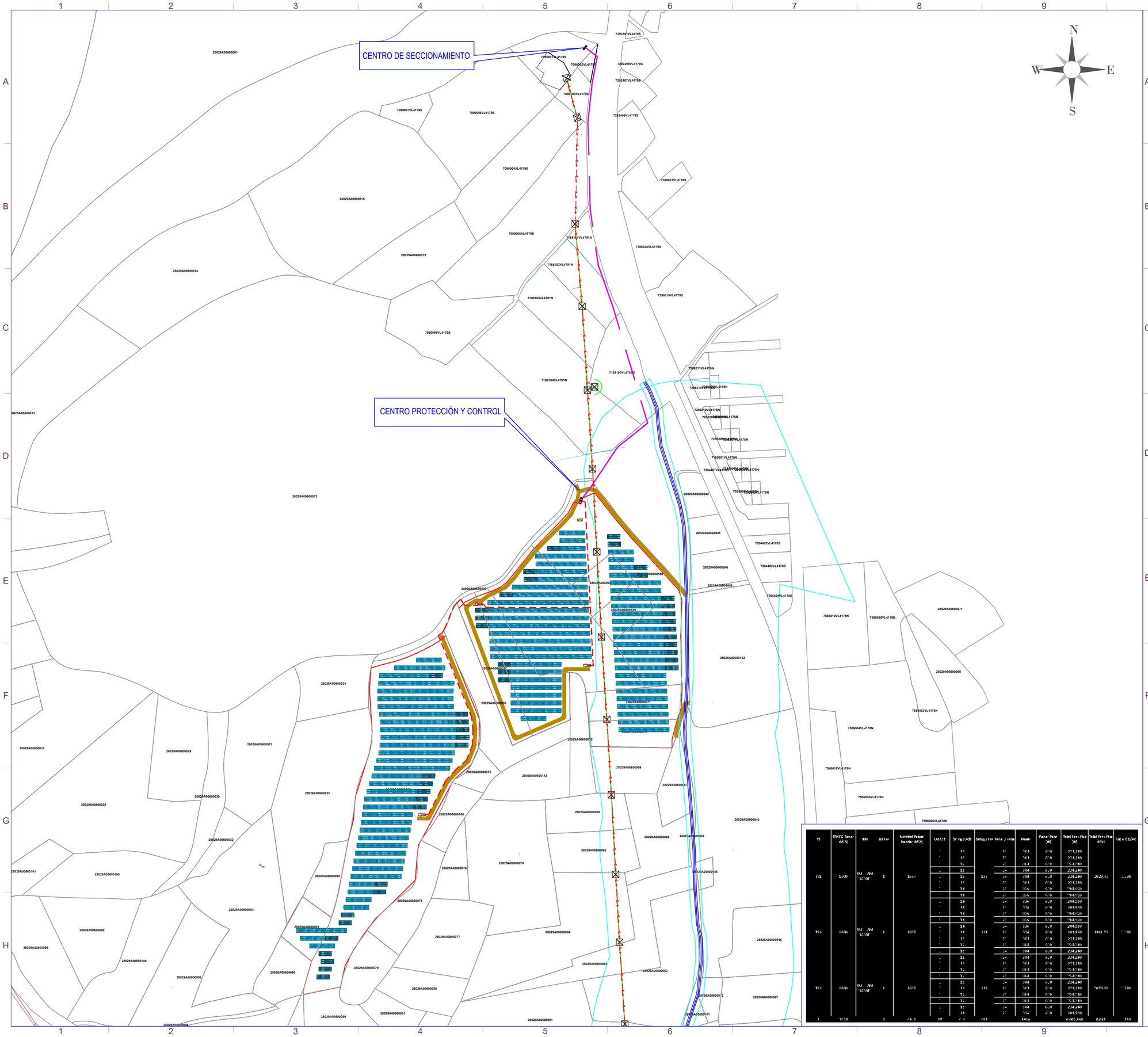
FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

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

SPA2021.65-CAL-1015-GE-DRW-00-LAYOUT GENERAL.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

SPA2021.65-CAL-1015-GE-DRW-00-LAYOUT GENERAL.DWG



SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Línea Interna MT
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

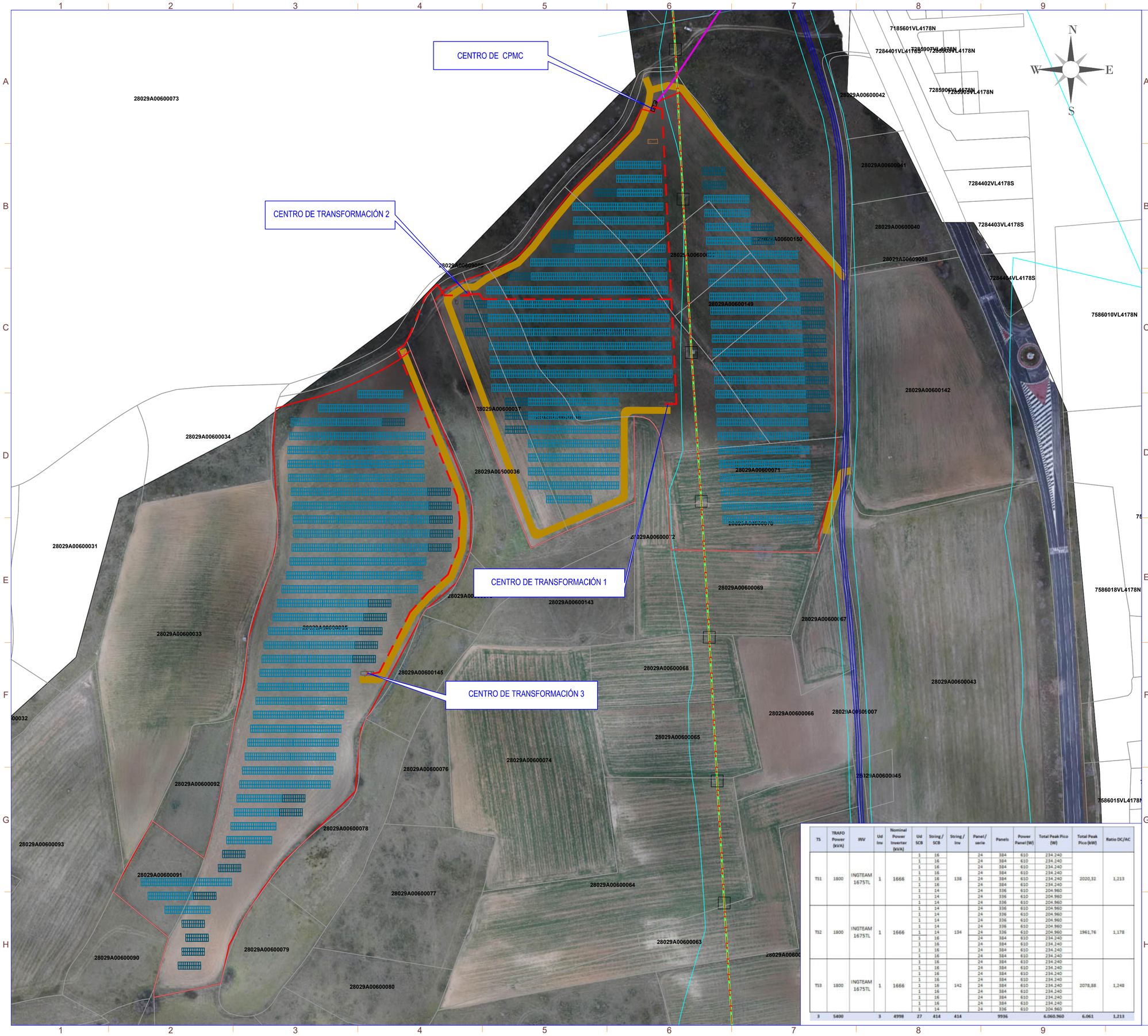
Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO:	PF CALERA
CLIENTE:	BICURA INVESTMENTS, SL
TITULO:	LAYOUT GENERAL
Nº PLANO	1015-GE
HOJA:	2 DE 2
PAPEL:	TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"
ESCALA:	1:2500
DIBUJADO POR:	
APROBADO POR:	

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	07.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built



TS	TRAFO Power (kVA)	INV	Ud Inv	Nominal Power Inverter (kVA)	Ud SCB	String / SCB	String / Inv	Panel / serie	Panels	Power Panel (W)	Total Peak Pico (W)	Total Peak Pico (kW)	Ratio DC/AC
TS1	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	16	138	24	384	610	234.240	2020,32	1,213
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
TS2	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	14	134	24	336	610	204.960	1961,76	1,178
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	14		24	336	610	204.960		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
TS3	1800	INGTEAM 1675TL	1	1666	1	16	142	24	384	610	234.240	2078,88	1,248
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	16		24	384	610	234.240		
					1	14		24	336	610	204.960		
3	5400		3	4998	27	414	414		9936		6.060.960	6.061	1,213

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Línea Interna MT
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO

Nº PLANO: 1020-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1250

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	07.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.66-CAL-1020-GE-DRW-00-LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO.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



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

LEYENDA

- ZONA POWER STATION 1
- ZONA POWER STATION 2
- ZONA POWER STATION 3

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ZONIFICACIÓN

Nº PLANO: 1025-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1250

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

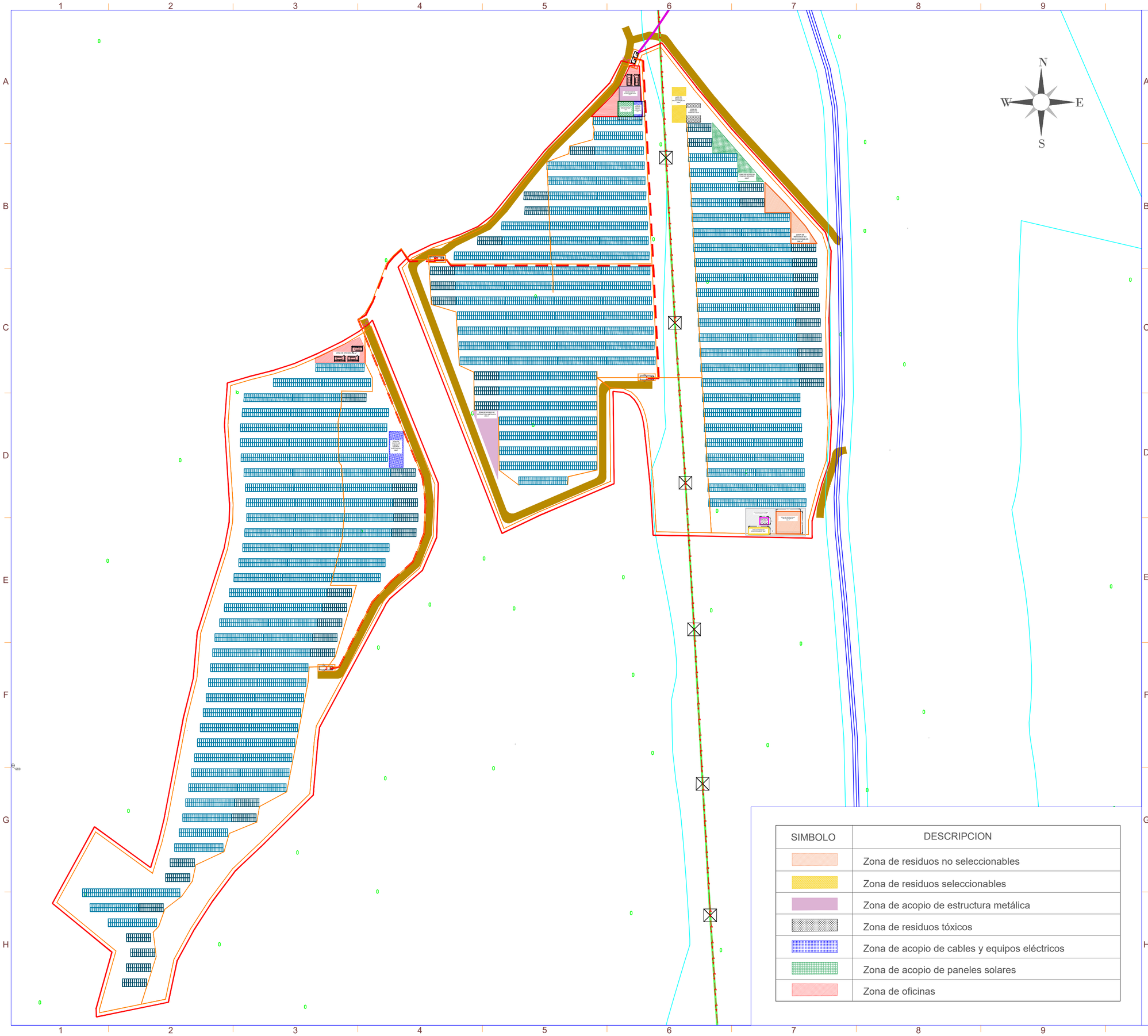
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021 65-CAL-1025-GE-DRW-00-ZONIFICACIÓN.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

SPA2021.65-CAL-1030-GE-DRW-00-INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONA DE ACOPIO.DWG



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Zona de residuos no seleccionables
	Zona de residuos seleccionables
	Zona de acopio de estructura metálica
	Zona de residuos tóxicos
	Zona de acopio de cables y equipos eléctricos
	Zona de acopio de paneles solares
	Zona de oficinas

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONA DE ACOPIO

Nº PLANO: 1030-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1250

DIBUJADO POR:

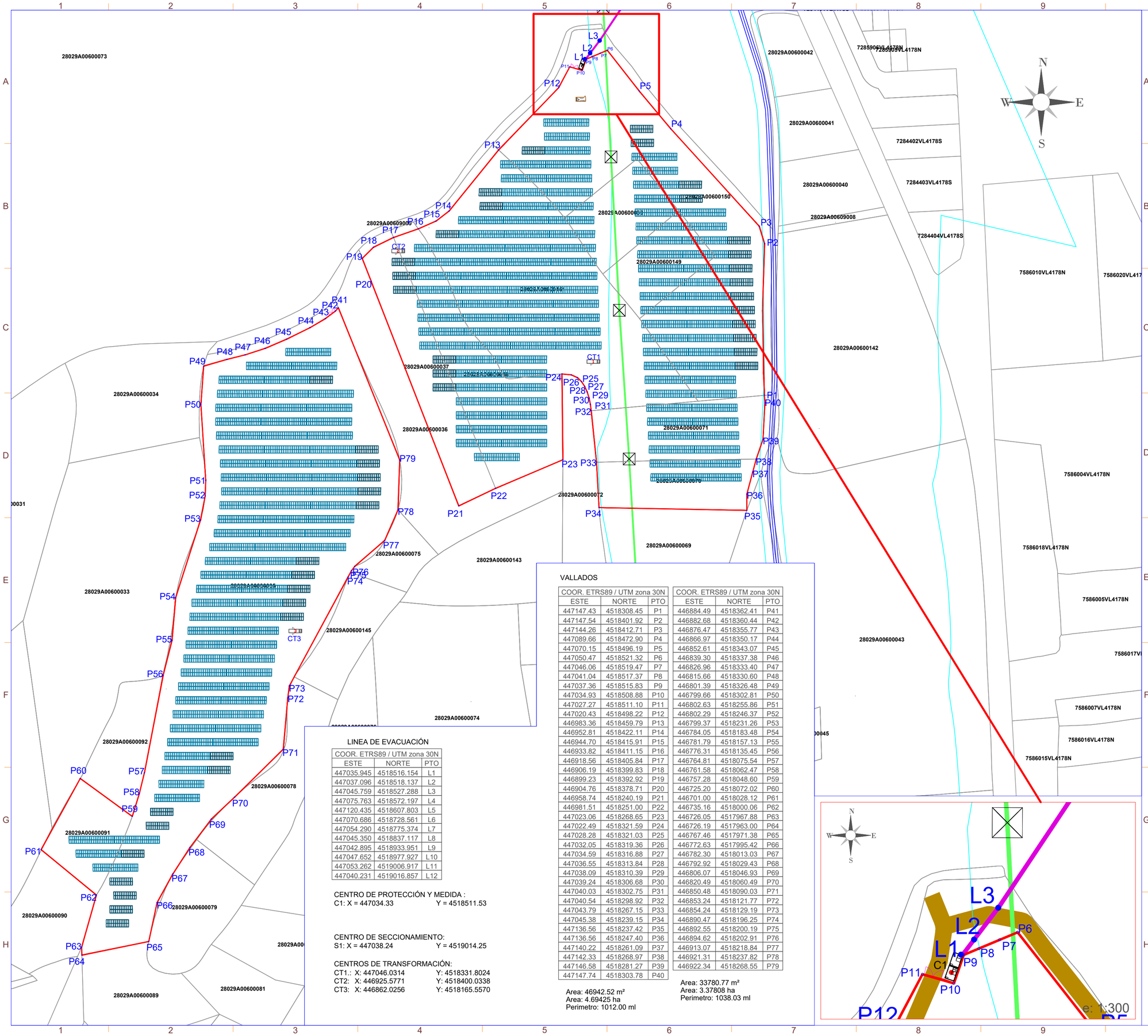
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.65-CAL-1035-GE-DRW-00-MAPA DE COORDENADAS.DWG



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

VALLADOS

COOR. ETRS89 / UTM zona 30N		
ESTE	NORTE	PTO
447147.43	4518308.45	P1
447147.54	4518401.92	P2
447144.26	4518412.71	P3
447089.66	4518472.90	P4
447070.15	4518496.19	P5
447050.47	4518521.32	P6
447046.06	4518519.47	P7
447041.04	4518517.37	P8
447037.36	4518515.83	P9
447034.93	4518508.88	P10
447027.27	4518511.10	P11
447020.43	4518498.22	P12
446983.36	4518459.79	P13
446952.81	4518422.11	P14
446944.70	4518415.91	P15
446933.82	4518411.15	P16
446918.56	4518405.84	P17
446906.19	4518399.83	P18
446899.23	4518392.92	P19
446904.76	4518378.71	P20
446958.74	4518240.19	P21
446981.51	4518251.00	P22
447023.06	4518268.65	P23
447022.49	4518321.59	P24
447028.28	4518321.03	P25
447032.05	4518319.36	P26
447034.59	4518316.88	P27
447036.55	4518313.84	P28
447038.09	4518310.39	P29
447039.24	4518306.68	P30
447040.03	4518302.75	P31
447040.54	4518298.92	P32
447043.79	4518267.15	P33
447045.38	4518239.15	P34
447136.56	4518237.42	P35
447136.56	4518247.40	P36
447140.22	4518261.09	P37
447142.33	4518268.97	P38
447146.58	4518281.27	P39
447147.74	4518303.78	P40

Area: 46942.52 m²
Area: 4.69425 ha
Perimetro: 1012.00 ml

COOR. ETRS89 / UTM zona 30N		
ESTE	NORTE	PTO
446884.49	4518362.41	P41
446882.68	4518360.44	P42
446876.47	4518355.77	P43
446866.97	4518350.17	P44
446852.61	4518343.07	P45
446839.30	4518337.38	P46
446826.96	4518333.40	P47
446815.66	4518330.60	P48
446801.39	4518326.48	P49
446799.66	4518302.81	P50
446802.63	4518255.86	P51
446802.29	4518246.37	P52
446799.37	4518231.26	P53
446784.05	4518183.48	P54
446781.79	4518157.13	P55
446776.31	4518135.45	P56
446764.81	4518075.54	P57
446761.58	4518062.47	P58
446757.28	4518048.60	P59
446725.20	4518072.02	P60
446701.00	4518028.12	P61
446735.16	4518000.06	P62
446726.05	4517967.88	P63
446726.19	4517963.00	P64
446767.46	4517971.38	P65
446772.63	4517995.42	P66
446782.30	4518013.03	P67
446792.92	4518029.43	P68
446806.07	4518046.93	P69
446820.49	4518060.49	P70
446850.48	4518090.03	P71
446853.24	4518121.77	P72
446854.24	4518129.19	P73
446890.47	4518196.25	P74
446892.55	4518200.19	P75
446894.62	4518202.91	P76
446913.07	4518218.84	P77
446921.31	4518237.82	P78
446922.34	4518268.55	P79

Area: 33780.77 m²
Area: 3.37808 ha
Perimetro: 1038.03 ml

LINEA DE EVACUACIÓN

COOR. ETRS89 / UTM zona 30N		
ESTE	NORTE	PTO
447035.945	4518516.154	L1
447037.096	4518518.137	L2
447045.759	4518527.288	L3
447075.763	4518572.197	L4
447120.435	4518607.803	L5
447070.686	4518728.561	L6
447054.290	4518775.374	L7
447045.350	4518837.117	L8
447042.895	4518933.951	L9
447047.652	4518977.927	L10
447053.262	4519006.917	L11
447040.231	4519016.857	L12

CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA :
C1: X = 447034.33 Y = 4518511.53

CENTRO DE SECCIONAMIENTO:
S1: X = 447038.24 Y = 4519014.25

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN:
CT1.: X: 447046.0314 Y: 4518331.8024
CT2: X: 446925.5771 Y: 4518400.0338
CT3: X: 446862.0256 Y: 4518165.5570

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: MAPA DE COORDENADAS

Nº PLANO: 1035-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1250

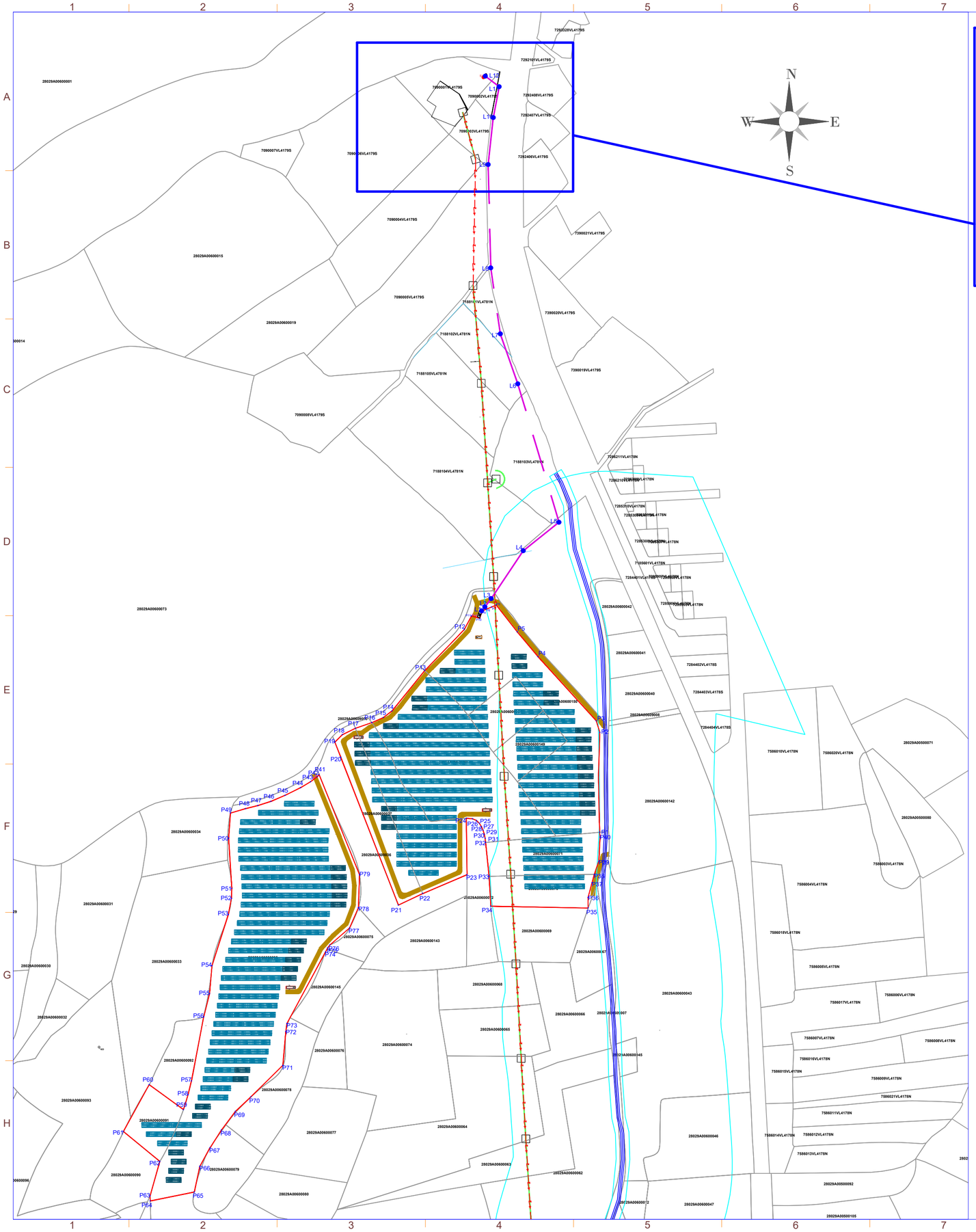
DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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


N
S
W
E
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
L9
L10
L11
L12
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
P18
P19
P20
P21
P22
P23
P24
P25
P26
P27
P28
P29
P30
P31
P32
P33
P34
P35
P36
P37
P38
P39
P40
P41
P42
P43
P44
P45
P46
P47
P48
P49
P50
P51
P52
P53
P54
P55
P56
P57
P58
P59
P60
P61
P62
P63
P64
P65
P66
P67
P68
P69
P70
P71
P72
P73
P74
P75
P76
P77
P78
P79
P80
P81
P82
P83
P84
P85
P86
P87
P88
P89
P90
28029A00600001
28029A00600015
28029A00600019
28029A00600031
28029A00600033
28029A00600034
28029A00600073
28029A00600092
28029A00600093
28029A00600096
28029A00600080
28029A00600077
28029A00600064
28029A00600063
28029A00600062
28029A00600047
28029A00600046
28029A00600043
28029A00600142
28029A00600041
28029A00600042
28029A00600040
28029A00600039
28029A00600038
28029A00600037
28029A00600036
28029A00600035
28029A00600034
28029A00600033
28029A00600032
28029A00600031
28029A00600030
28029A00600029
28029A00600028
28029A00600027
28029A00600026
28029A00600025
28029A00600024
28029A00600023
28029A00600022
28029A00600021
28029A00600020
28029A00600019
28029A00600018
28029A00600017
28029A00600016
28029A00600015
28029A00600014
28029A00600013
28029A00600012
28029A00600011
28029A00600010
28029A00600009
28029A00600008
28029A00600007
28029A00600006
28029A00600005
28029A00600004
28029A00600003
28029A00600002
28029A00600001
28029A00500105
28029A00500092
28029A00500080
28029A00500071
7090007VL4179S
7090006VL4179S
7090005VL4179S
7090004VL4179S
7090003VL4179S
7090002VL4179S
7090001VL4179S
7090008VL4179S
7090009VL4179S
7090010VL4179S
7090011VL4179S
7090012VL4179S
7090013VL4179S
7090014VL4179S
7090015VL4179S
7090016VL4179S
7090017VL4179S
7090018VL4179S
7090019VL4179S
7090020VL4179S
7090021VL4179S
7090022VL4179S
7090023VL4179S
7090024VL4179S
7090025VL4179S
7090026VL4179S
7090027VL4179S
7090028VL4179S
7090029VL4179S
7090030VL4179S
7090031VL4179S
7090032VL4179S
7090033VL4179S
7090034VL4179S
7090035VL4179S
7090036VL4179S
7090037VL4179S
7090038VL4179S
7090039VL4179S
7090040VL4179S
7090041VL4179S
7090042VL4179S
7090043VL4179S
7090044VL4179S
7090045VL4179S
7090046VL4179S
7090047VL4179S

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

SPA2021.65-CAL-1040-GE-DRW-00-SERVIDUMBRES.DWG

CAMINO ACCESO

LINEA AÉREA
ÉLECTRICA ALTA TENSIÓN

28029A00600073
28029A00600042
28029A00600041
28029A00600040
28029A00609008
28029A00600150
28029A00600149
28029A00609000
28029A00600142
28029A00600037
28029A00600034
28029A00600036
28029A00600071
28029A00600070
28029A00600072
28029A00600031
28029A00600069
28029A00600067
28029A00600075
28029A00600143
28029A00600033
28029A00600145
28029A00600068
28029A00600066
28029A00600065
28029A00600007
28029A00600074
28029A00600076
28029A00600045
28029A00600092
28029A00600078
28029A00600091
28029A00600077
28029A00600064
28029A00600063
28029A00600090
28029A00600079
28029A00600080
28029A00600089
28029A00600081
7284401VL4178S
7285907VL4178N
7285906VL4178N
7285905VL4178N
7284402VL4178S
7284403VL4178S
7284404VL4178S
7586010VL4178N
7586020VL
7586004VL4178N
7586018VL4178N
7586005VL4178N
75860
7586007VL4178N
7586016VL4178N
7586015VL4178N

N
S
W
E

Limite de Construcción de Vallado. 5 m al borde de linde arroyo

Bordes de los caminos públicos

Limite de Construcción de Vallado. 5 m al borde de linde de parcela

Línea de Construcción de Estructuras. 10 m al borde del camino

Línea de Construcción de Estructuras. 12 m del eje LAAT

nexer Renerix Solar

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911,2093 Y: 4518269,3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

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

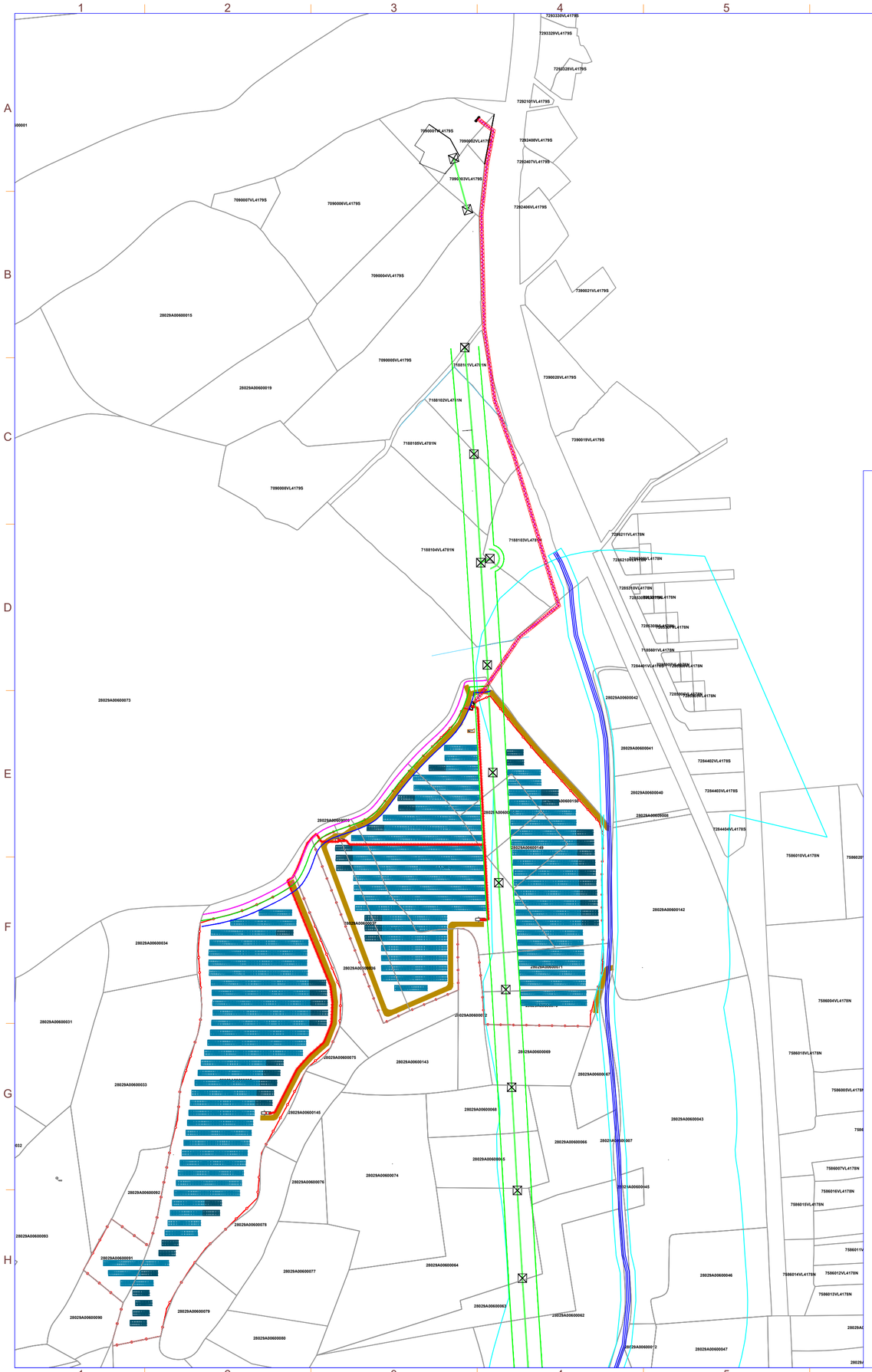
ESCALA: 1:1250

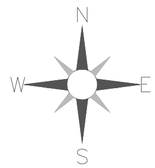
DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built





- Servidumbre de paso subterránea para Línea eléctrica de **Evacuación**:

R.C.: 28029A006001500000WK. L=21m.
- Servidumbre de paso total: 1,5 m a cada lado del eje de la zanja correspondiente. Sup.: 63m^2

R.C.: 28029A006000730000WY. L=109m.
- Servidumbre de paso total: 1,5 m a cada lado del eje de la zanja correspondiente. Sup.: 327m^2

R.C.: 7188103VL4781N0001ZW. L=107m.
- Servidumbre de paso total: 1,5 m a cada lado del eje de la zanja correspondiente. Sup.: 314m^2

R.C.: 7188102VL4781N0001SW. L=44m.
- Servidumbre de paso total: 1,5 m a cada lado del eje de la zanja correspondiente. Sup.: 132m^2

R.C.: 7188101VL4781N0001EW. L=44m.
- Servidumbre de paso total: 1,5 m a cada lado del eje de la zanja correspondiente. Sup.: 132m^2

R.C.: CARRETERA ANTIGUA N-I. L=215m.
- Servidumbre de paso total: 1,5 m a cada lado del eje de la zanja correspondiente. Sup.: 681m^2

R.C.: 7090002VL4179S0001AB. L=7m.
- Servidumbre de paso total: 1,5 m a cada lado del eje de la zanja correspondiente. Sup.: 21m^2

R.C.: 7090001VL4179S0000QL. L=8m.
- Servidumbre de paso total: 1,5 m a cada lado del eje de la zanja correspondiente. Sup.: 24m^2

Limite de Construcción de Vallado. 5 m al borde de linde arroyo

Bordes de los caminos públicos

Limite de Construcción de Vallado. 5 m al borde de linde de parcela

Línea de Construcción de Estructuras. 10 m al borde del camino

Línea de Construcción de Estructuras. 12 m del eje LAAT

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

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: 1:2500

DIBUJADO POR:

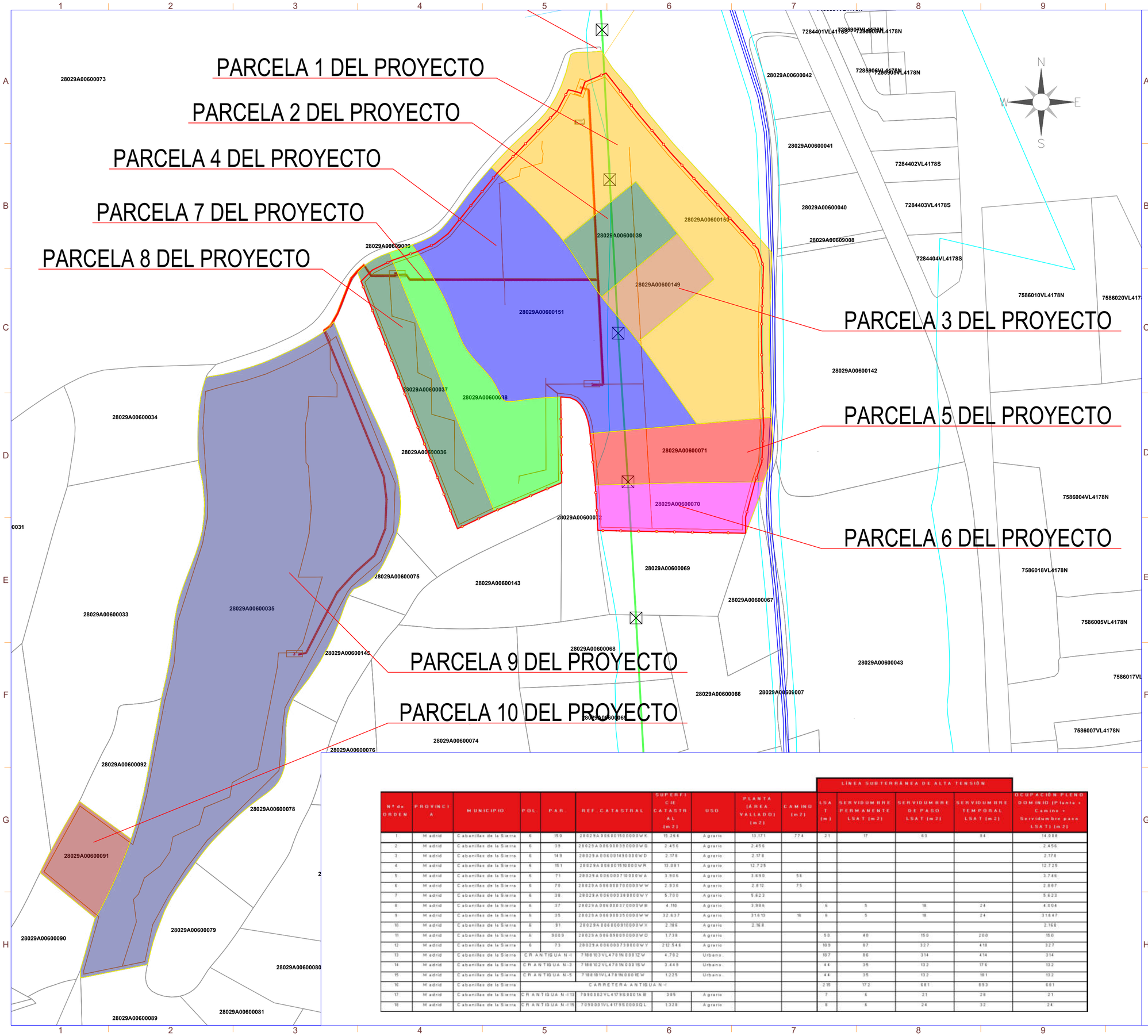
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.66-CAL-1040-GE-DRW-00-SERVIDUMBRES.DWG



										LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN				
Nº de ORDEN	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m2)	USO	PLANTA (ÁREA VALLADO) (m2)	CAMINO (m2)	LSAT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LSAT (m2)	SERVIDUMBRE DE PASO LSAT (m2)	SERVIDUMBRE TEMPORAL LSAT (m2)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (Planta + Camino + Servidumbre paso LSAT) (m2)
1	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	150	28029A006001500000WK	15.266	Agrario	13.171	774	21	17	63	84	14.008
2	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	39	28029A006000390000WG	2.456	Agrario	2.456						2.456
3	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	149	28029A006001490000WD	2.178	Agrario	2.178						2.178
4	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	151	28029A006001510000WR	13.081	Agrario	12.725						12.725
5	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	71	28029A006000710000WA	3.906	Agrario	3.690	56					3.746
6	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	70	28029A006000700000WW	2.936	Agrario	2.812	75					2.887
7	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	38	28029A006000380000WY	5.700	Agrario	5.623						5.623
8	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	37	28029A006000370000WB	4.110	Agrario	3.986		6	5	18	24	4.004
9	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	35	28029A006000350000WW	32.837	Agrario	31.613	16	6	5	18	24	31.647
10	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	91	28029A006000910000WX	2.186	Agrario	2.168						2.168
11	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	9009	28029A006009090000WD	1.738	Agrario			50	40	150	200	150
12	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	73	28029A006000730000WY	212.546	Agrario			109	87	327	436	327
13	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CRANTIGUA N-I		7188103VL4781N0001ZW	4.702	Urbano			107	86	314	414	314
14	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CRANTIGUA N-3		7188102VL4781N0001SW	3.445	Urbano			44	35	132	176	132
15	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CRANTIGUA N-5		7188101VL4781N0001EW	1.225	Urbano			44	35	132	181	132
16	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CARRETERA ANTIGUA N-I							215	172	681	893	681
17	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CRANTIGUA N-I 13		7090002VL4179S0001AB	395	Agrario			7	6	21	28	21
18	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CRANTIGUA N-I 15		7090001VL4179S0000QL	1.328	Agrario			8	6	24	32	24

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: PLANO CATASTRAL

Nº PLANO: 1041-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1250

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

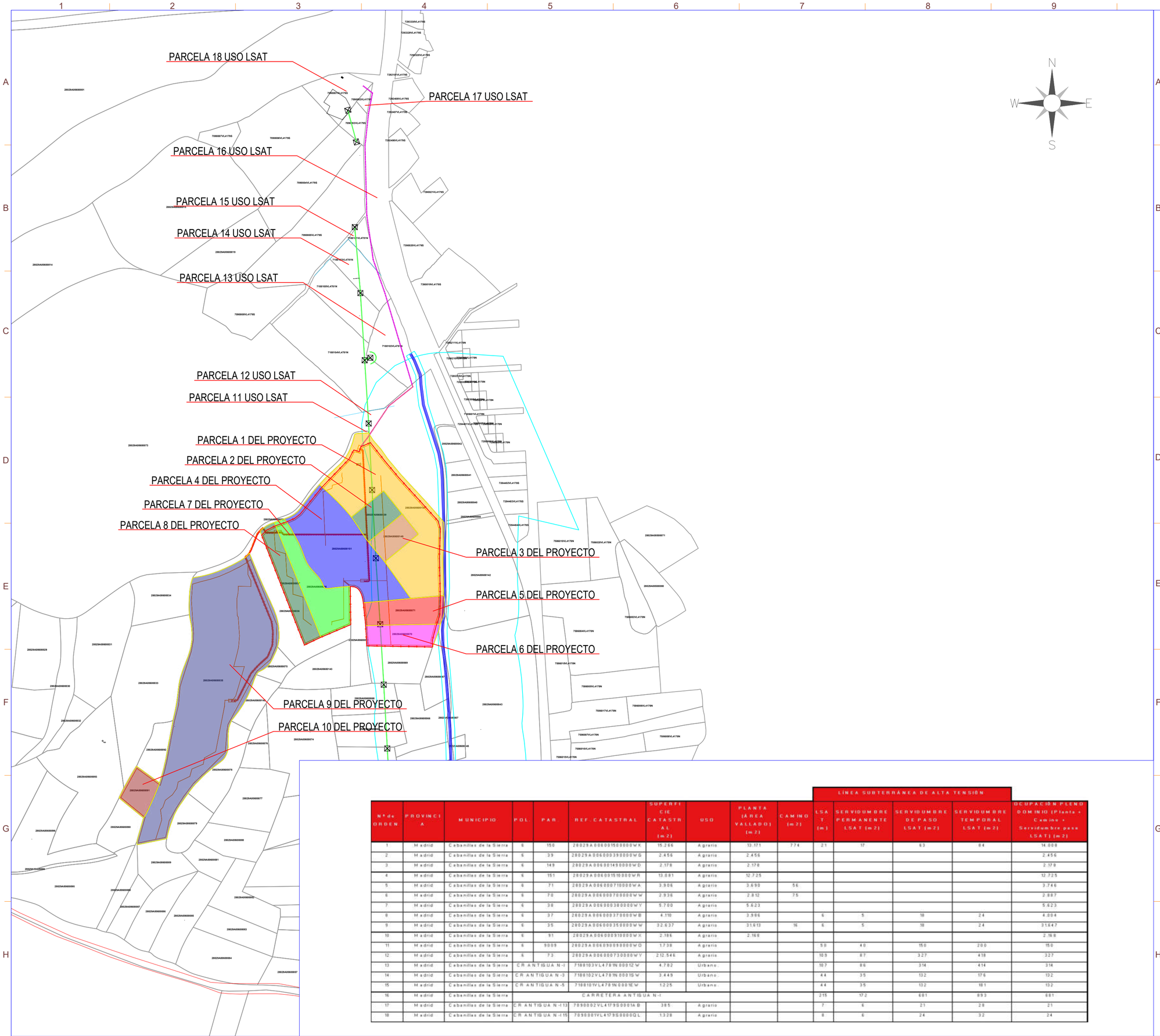
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.65-CAL-1041-GE-DRW-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



Nº de ORDEN	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL [m2]	USO	PLANTA (ÁREA VALLADO) [m2]	CAMINO [m2]	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN				
										LSAT [m]	SERVIDUMBRE PERMANENTE LSAT [m2]	SERVIDUMBRE DE PASO LSAT [m2]	SERVIDUMBRE TEMPORAL LSAT [m2]	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (Planta + Camino + Servidumbre paso LSAT) [m2]
1	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	150	28029A006001500000WK	15.266	Agrario	12.171	774	21	17	63	84	14.008
2	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	39	28029A006000390000WG	2.456	Agrario	2.456						2.456
3	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	149	28029A006001490000WD	2.178	Agrario	2.178						2.178
4	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	151	28029A006001510000WR	13.081	Agrario	12.725						12.725
5	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	71	28029A006000710000WA	3.906	Agrario	3.690	56					3.746
6	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	70	28029A006000700000WW	2.936	Agrario	2.812	75					2.887
7	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	38	28029A006000380000WY	5.700	Agrario	5.623						5.623
8	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	37	28029A006000370000WB	4.110	Agrario	3.996		6	5	18	24	4.004
9	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	35	28029A006000350000WW	32.637	Agrario	31.613	16	6	5	18	24	31.647
10	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	91	28029A006000910000WX	2.186	Agrario	2.168						2.168
11	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	9009	28029A006009009000WO	1.738	Agrario			58	48	150	200	150
12	Madrid	Cabanillas de la Sierra	6	73	28029A006000730000WY	212.546	Agrario			109	87	327	418	327
13	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-I		7198103VL4781N0001ZW	4.782	Urbano			107	86	314	414	314
14	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-3		7198102VL4781N0001SW	3.449	Urbano			44	35	132	176	132
15	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-5		7198101VL4781N0001EW	1.225	Urbano			44	35	132	181	132
16	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CARRETERA ANTIGUA N-I							215	172	681	893	681
17	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-I13		7090002VL4179S0001AB	385	Agrario			7	6	21	28	21
18	Madrid	Cabanillas de la Sierra	CR ANTIGUA N-I15		7090001VL4179S0000QL	1.328	Agrario			8	6	24	32	24

nexer Renerix Solar

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911,2093 Y: 4518269,3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: PLANO CATASTRAL

Nº PLANO: 1041-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:3500

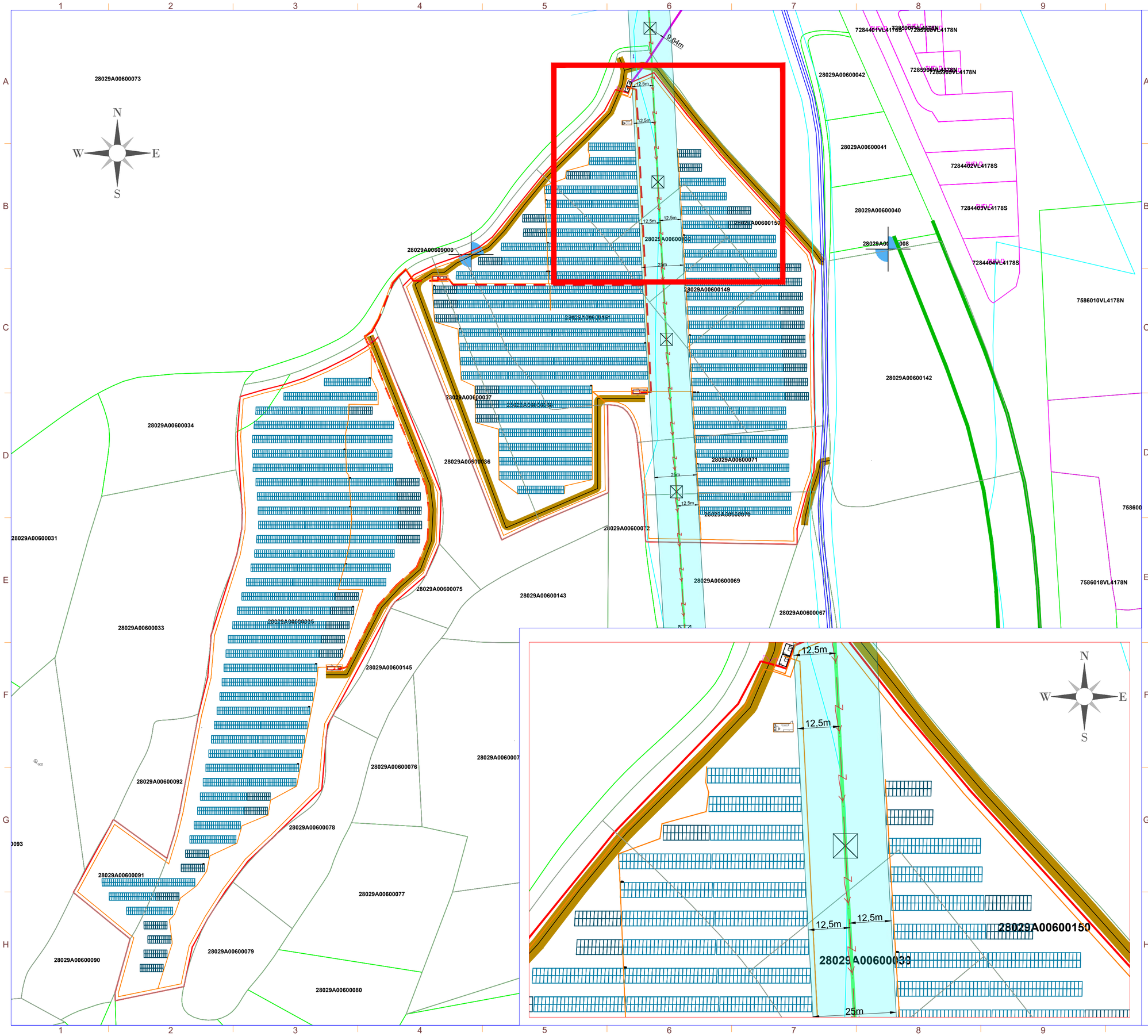
DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1041-GE-DRW-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

SPA2021.65-CAL-1045-GE-DRW-00-AFECCIONES LINEA.DWG

nexer Renerix Solar

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Franja libre para LAAT existente
	Centro de Protección y Control

NOTA: COTAS EN METROS

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIÓN LÍNEA AÉREA EXISTENTE

Nº PLANO: 1045-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

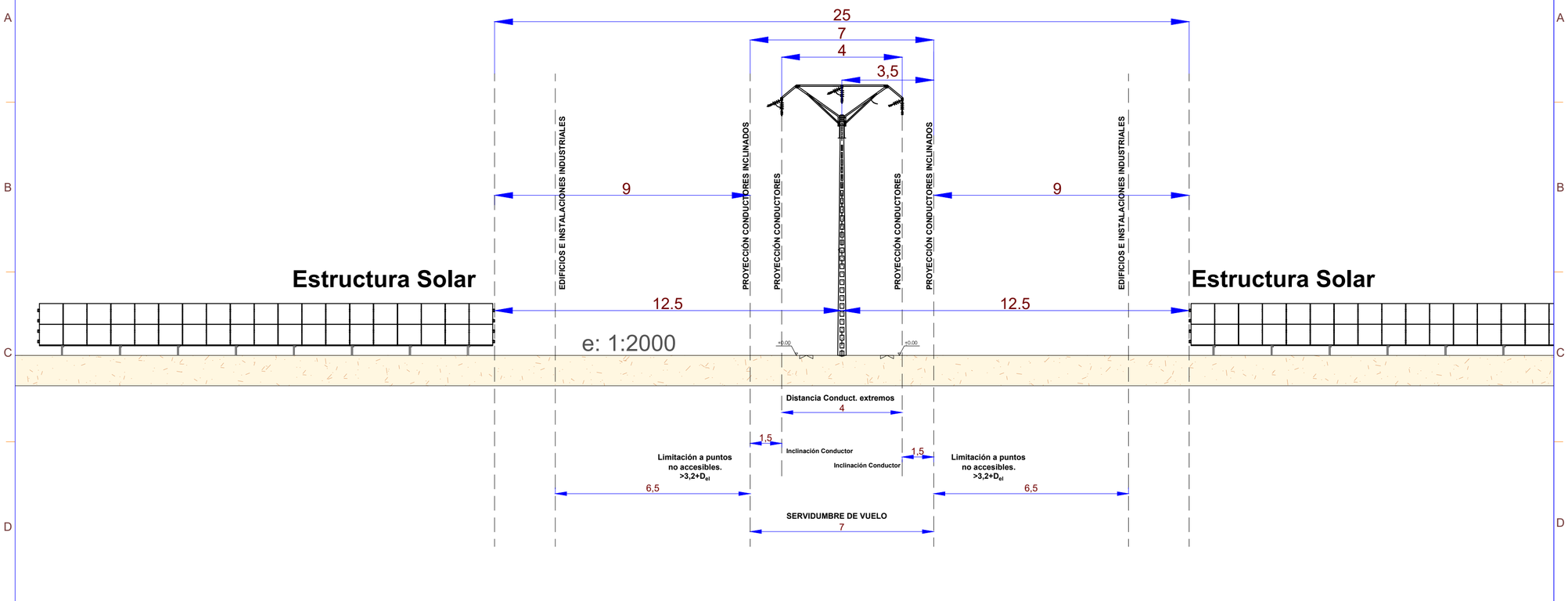
DIBUJADO POR:

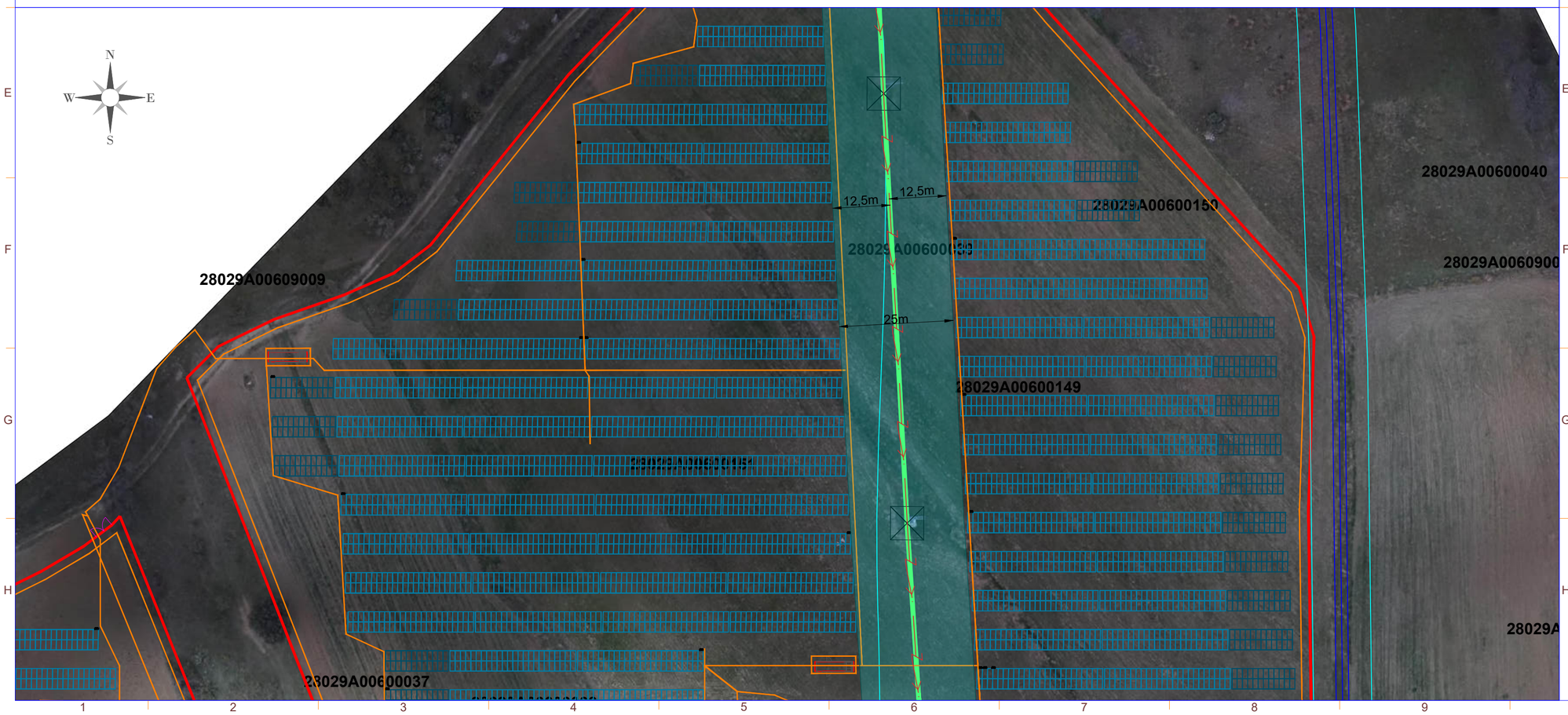
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	31.03.2022	A.C.M.

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] 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





LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Franja libre para LAAT existente
	Centro de Protección y Control

NOTA: COTAS EN METROS

NOTA:
Distancias aplicadas según el Art° 162 del RD 1955/2000, el apartado 5.2 de ITC-LAT-7 y el apartado 5.12.2 de ITC-LAT-7.

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25° ; Azimut 0°
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIÓN LÍNEA AÉREA EXISTENTE

Nº PLANO: 1045-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:750

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

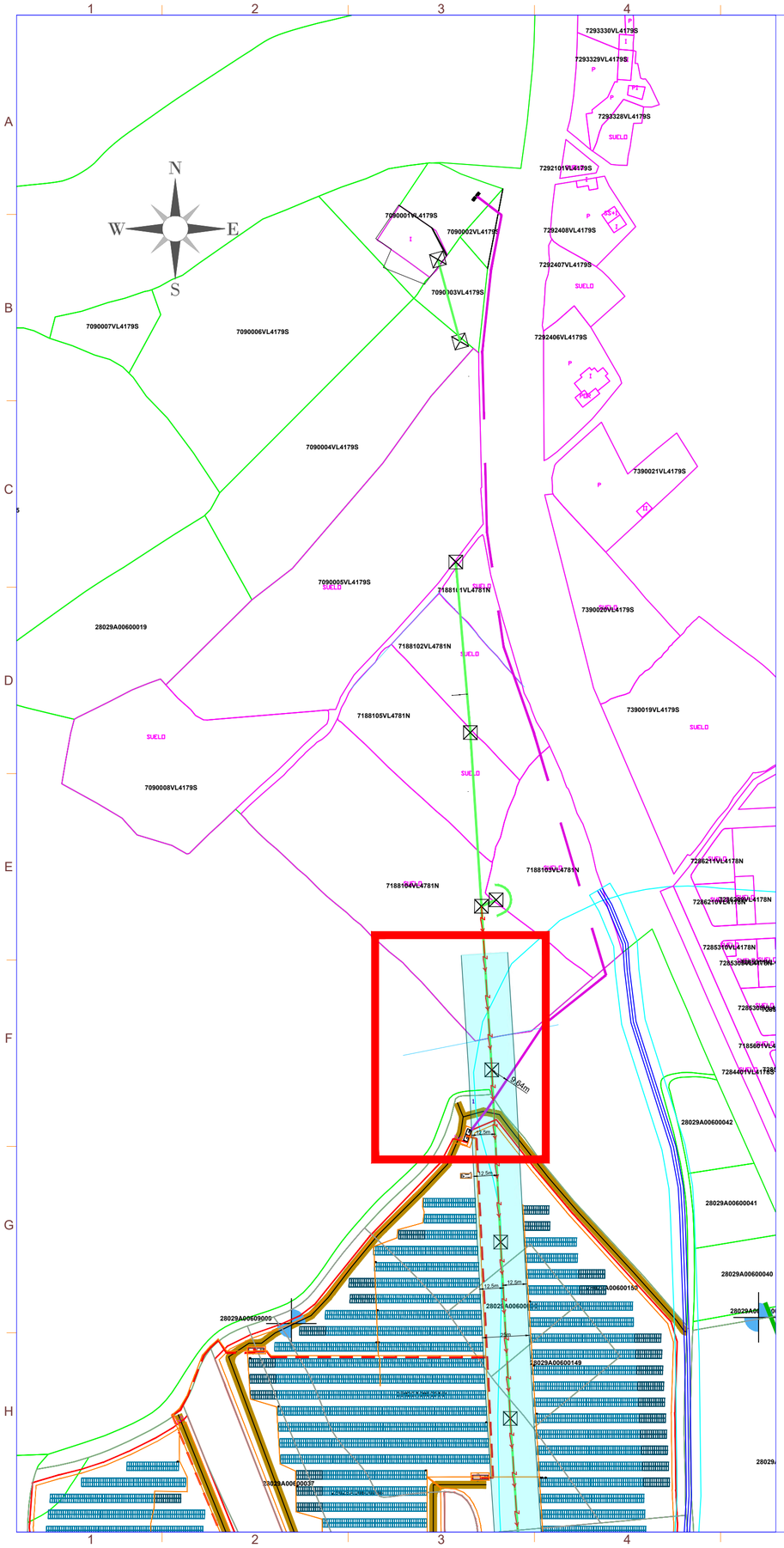
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	31.03.2021	A.C.M.

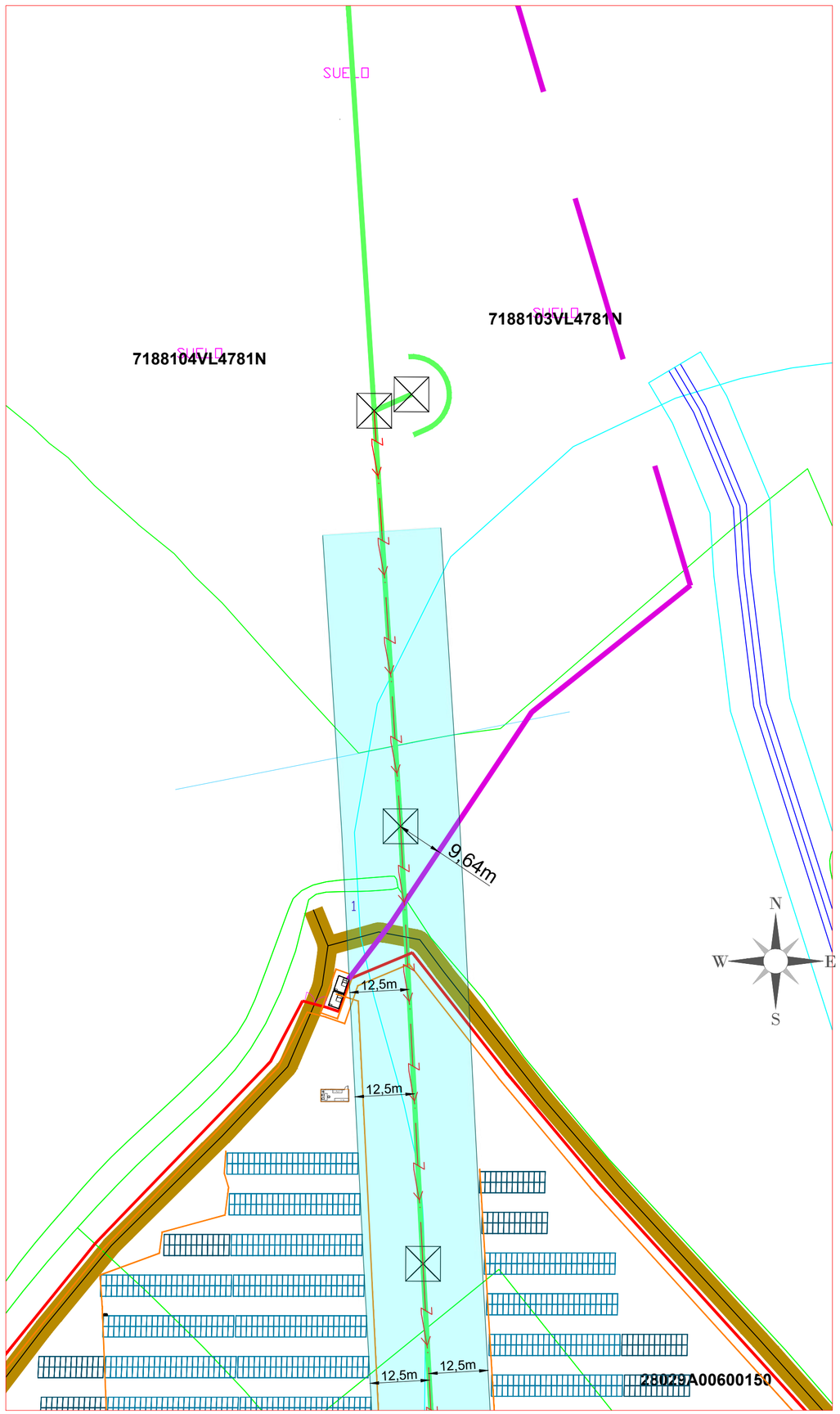
FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

SPA2021.65-CAL-1045-GE-DRW-00-AFECCIONES LÍNEA.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

SPA2021.65-CAL-1045-GE-DRW-00-AFECCIONES LÍNEA.DWG





LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Franja libre para LAAT existente
	Centro de Protección y Control
	LSAT Evacuación 20kV

NOTA: COTAS EN METROS

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIÓN LÍNEA AÉREA EXISTENTE

Nº PLANO: 1045-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

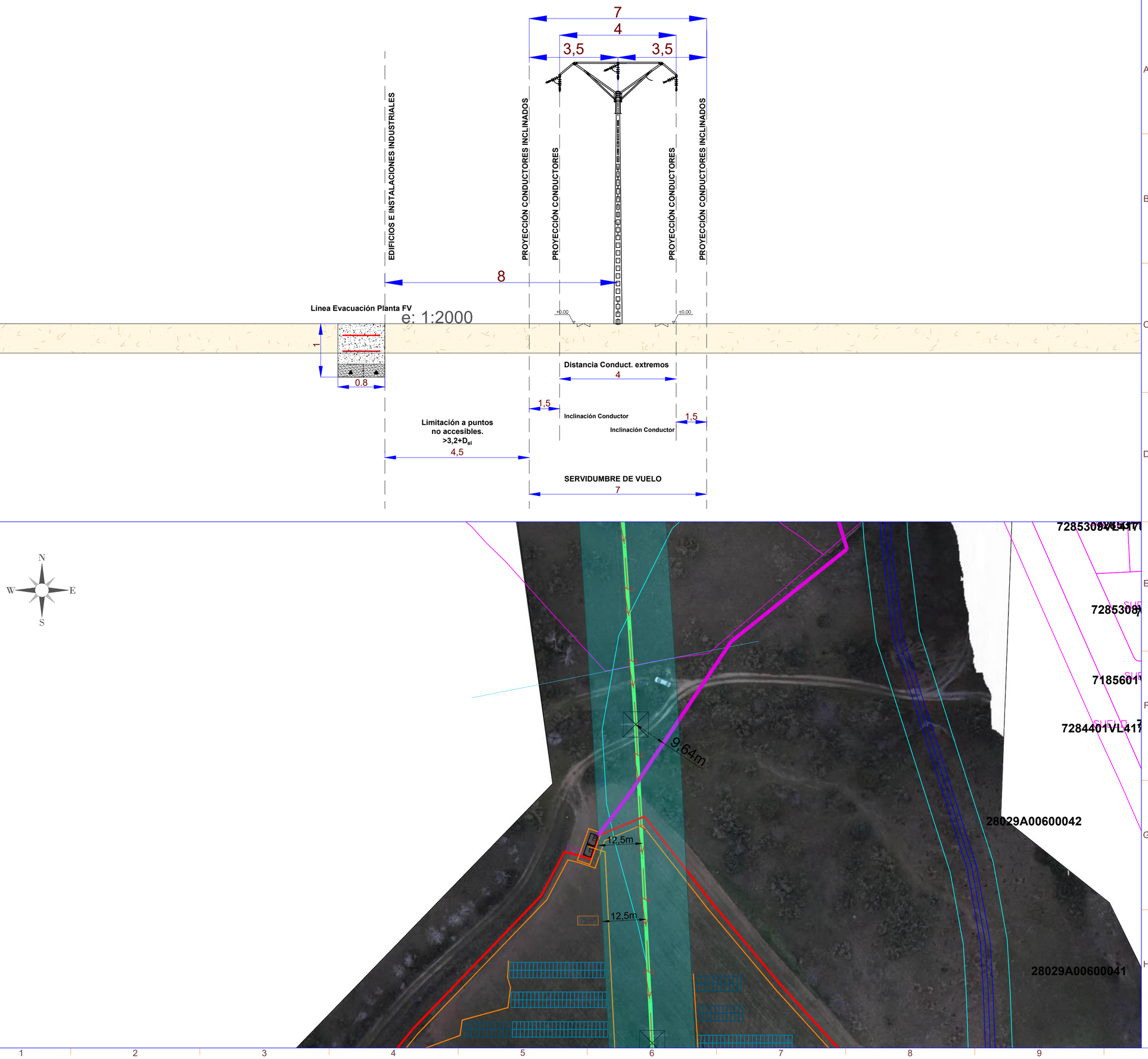
DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	31.03.2022	A.C.M.

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] 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 UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Franja libre para LAAT existente
	Centro de Protección y Control
	LSAT Evacuación 20kV

NOTA: COTAS EN METROS

NOTA:
Distancias aplicadas según el Art° 162 del RD 1955/2000, el apartado 5.2 de ITC-LAT-7 y el apartado 5.12.2 de ITC-LAT-7.

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25° ; Azimut 0°
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIÓN LÍNEA AÉREA EXISTENTE

Nº PLANO: 1045-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:750

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	31.03.2021	A.C.M.

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

SPA2021.65-CAL-1045-GE-DRW-00-AFECCIONES LÍNEA.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

CABANILLAS DE LA SIERRA

N-I (E-5)
(C.Cuenca)

Acceso Planta FV
40°48'58.7"N
3°37'35.3"W
p.k.53A

CAMINO ACCESO

Planta FV

N-I (E-5)
(C.Cuenca)

LINEA AÉREA
ÉLECTRICA ALTA TENSIÓN

N-I (E-5)
(C.Cuenca)

N
W E
S

Acceso a Planta FV desde Autovía de los Viñedos

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO:	PF CALERA
CLIENTE:	BICURA INVESTMENTS, SL
TITULO:	ACCESO
Nº PLANO	1046-GE
HOJA:	1 DE 1
PAPEL:	TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"
ESCALA:	1:3000
DIBUJADO POR:	
APROBADO POR:	

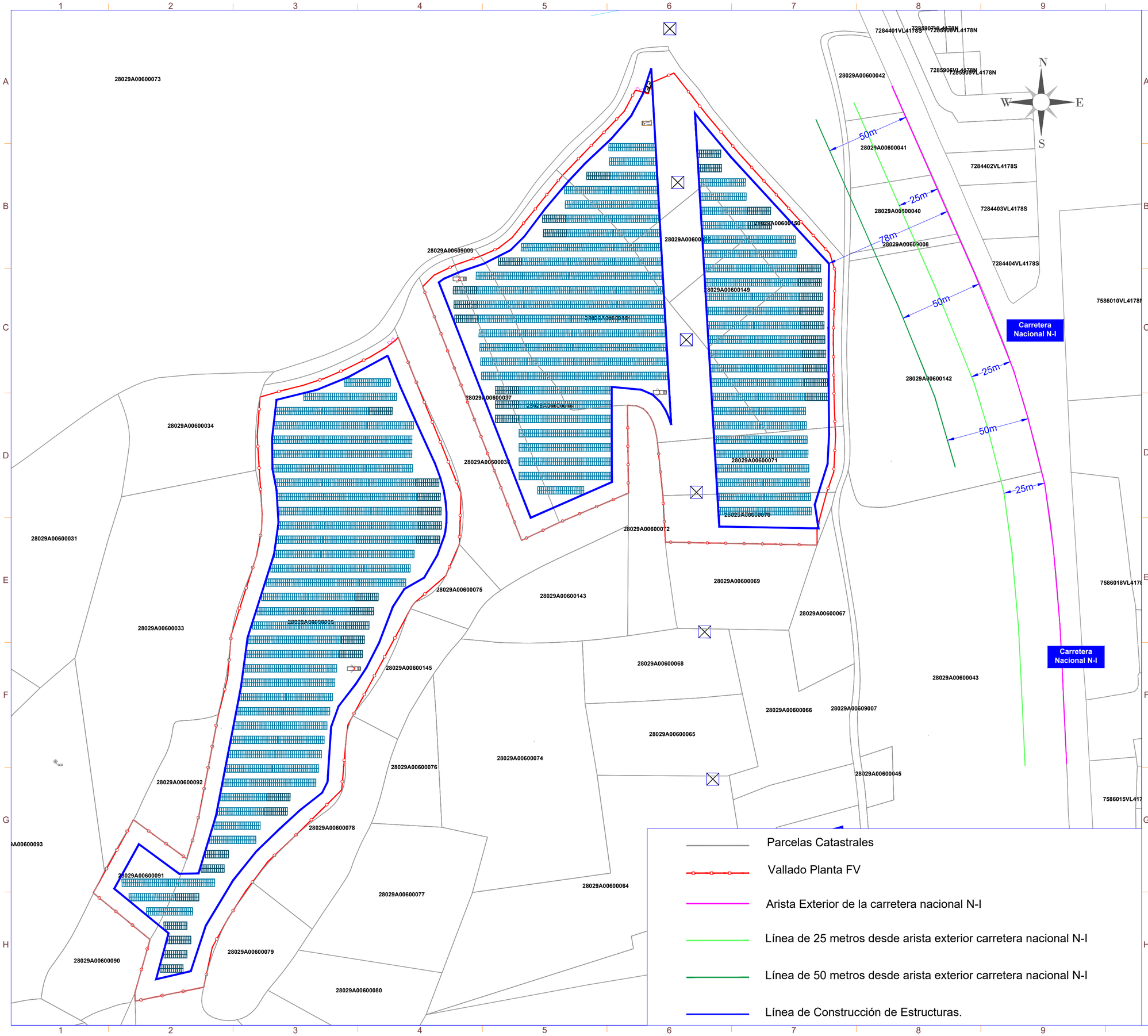
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA20211 65-CAL-1046-GE-DRW-00-ACCESO.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

SPA2021.65-CAL-1047-GE-DRW-00-AFECCION CARRETERAS.DWG



Parcelas Catastrales

Vallado Planta FV

Arista Exterior de la carretera nacional N-I

Línea de 25 metros desde arista exterior carretera nacional N-I

Línea de 50 metros desde arista exterior carretera nacional N-I

Línea de Construcción de Estructuras.

nexer Renerix Solar

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Centro de Protección y Control

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCION CARRTERA

Nº PLANO: 1047-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

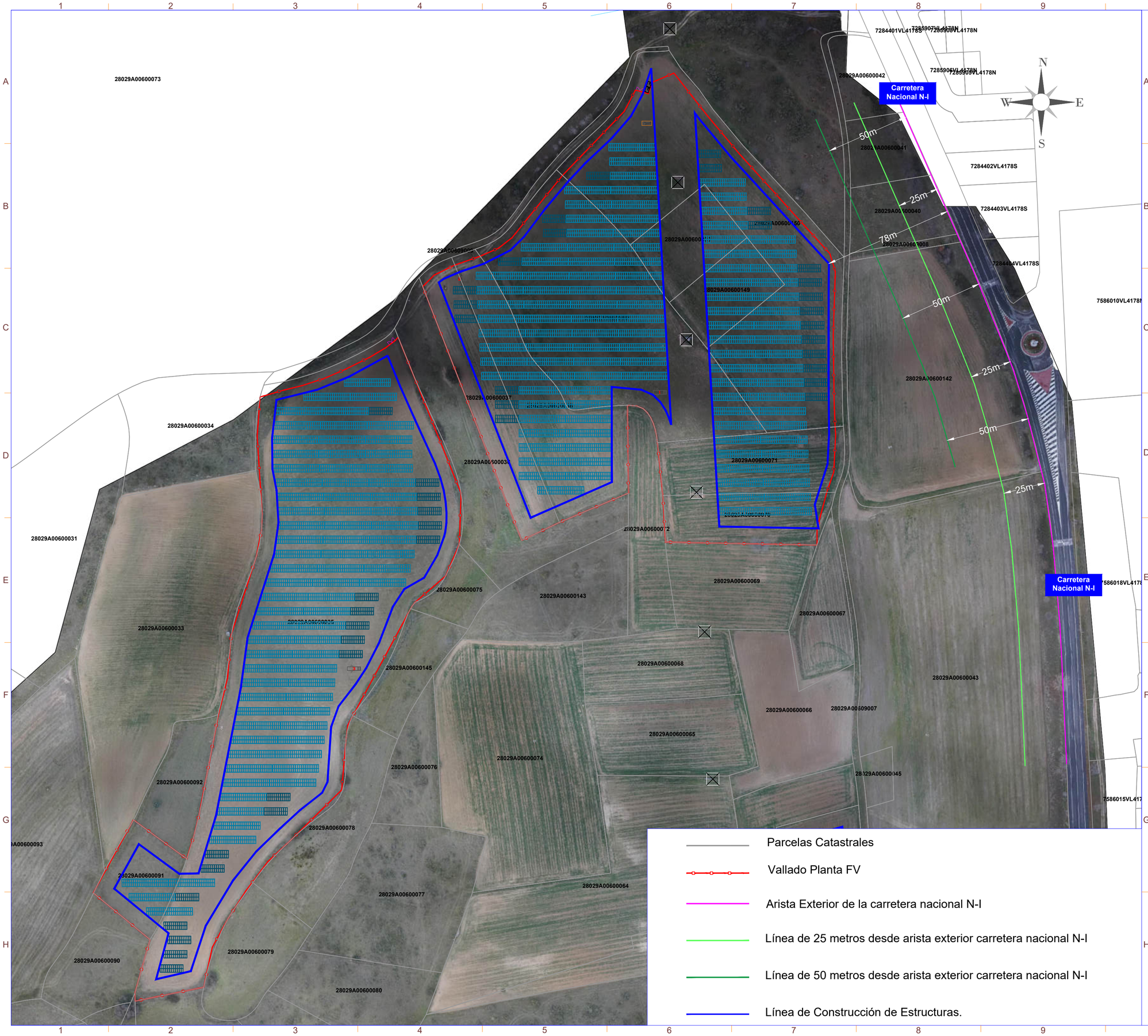
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.65-CAL-1047-GE-DRW-00-AFECCION CARRETERAS.DWG



Parcelas Catastrales

Vallado Planta FV

Arista Exterior de la carretera nacional N-I

Línea de 25 metros desde arista exterior carretera nacional N-I

Línea de 50 metros desde arista exterior carretera nacional N-I

Línea de Construcción de Estructuras.

nexer Renerix Solar

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Centro de Protección y Control

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCION CARRTERA

Nº PLANO: 1047-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

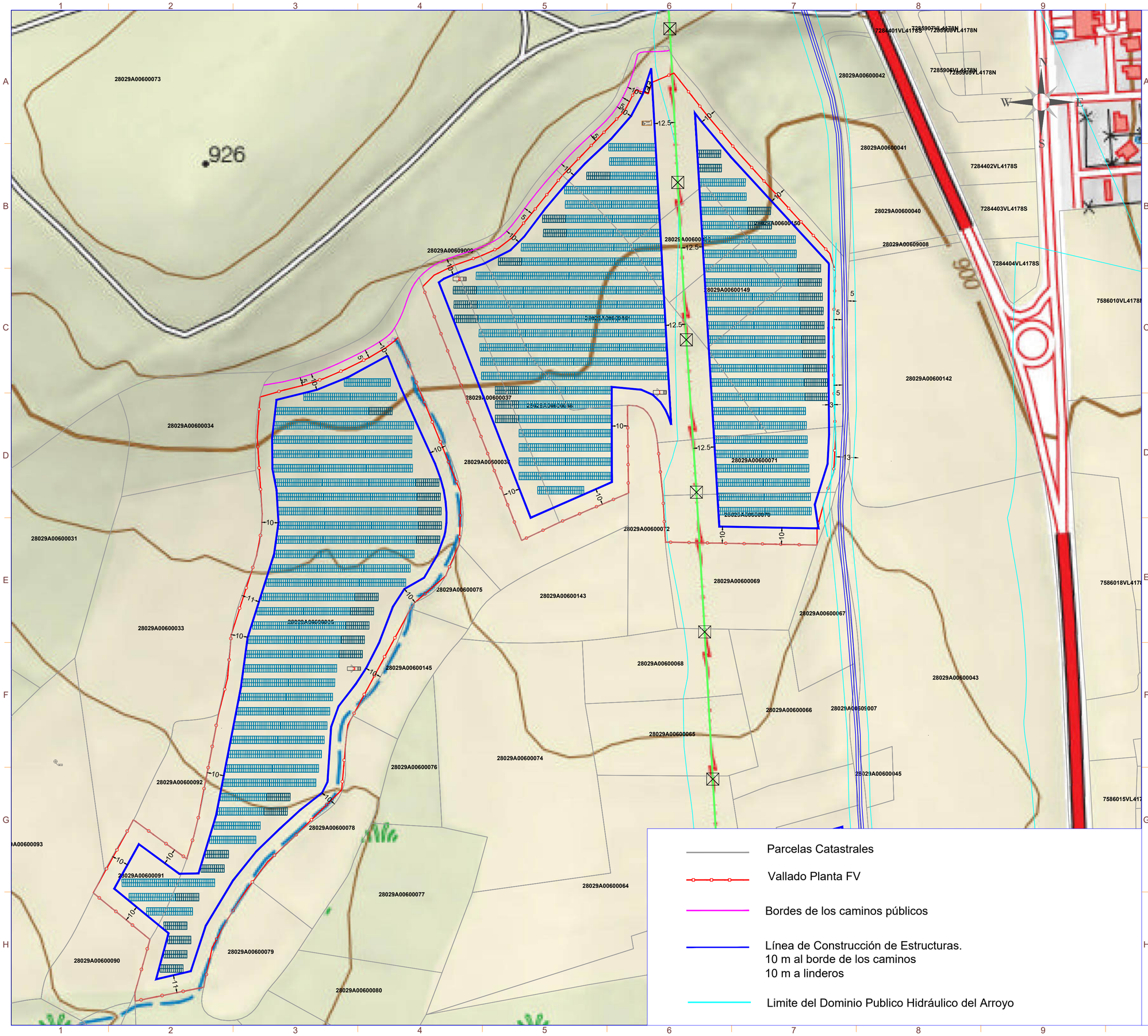
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.65-CAL-1048-GE-DRW-00-AFECCIONES AYUNTAMIENTO.DWG



nexer Renerix Solar

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Centro de Protección y Control

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES AYUNTAMIENTO

Nº PLANO: 1048-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

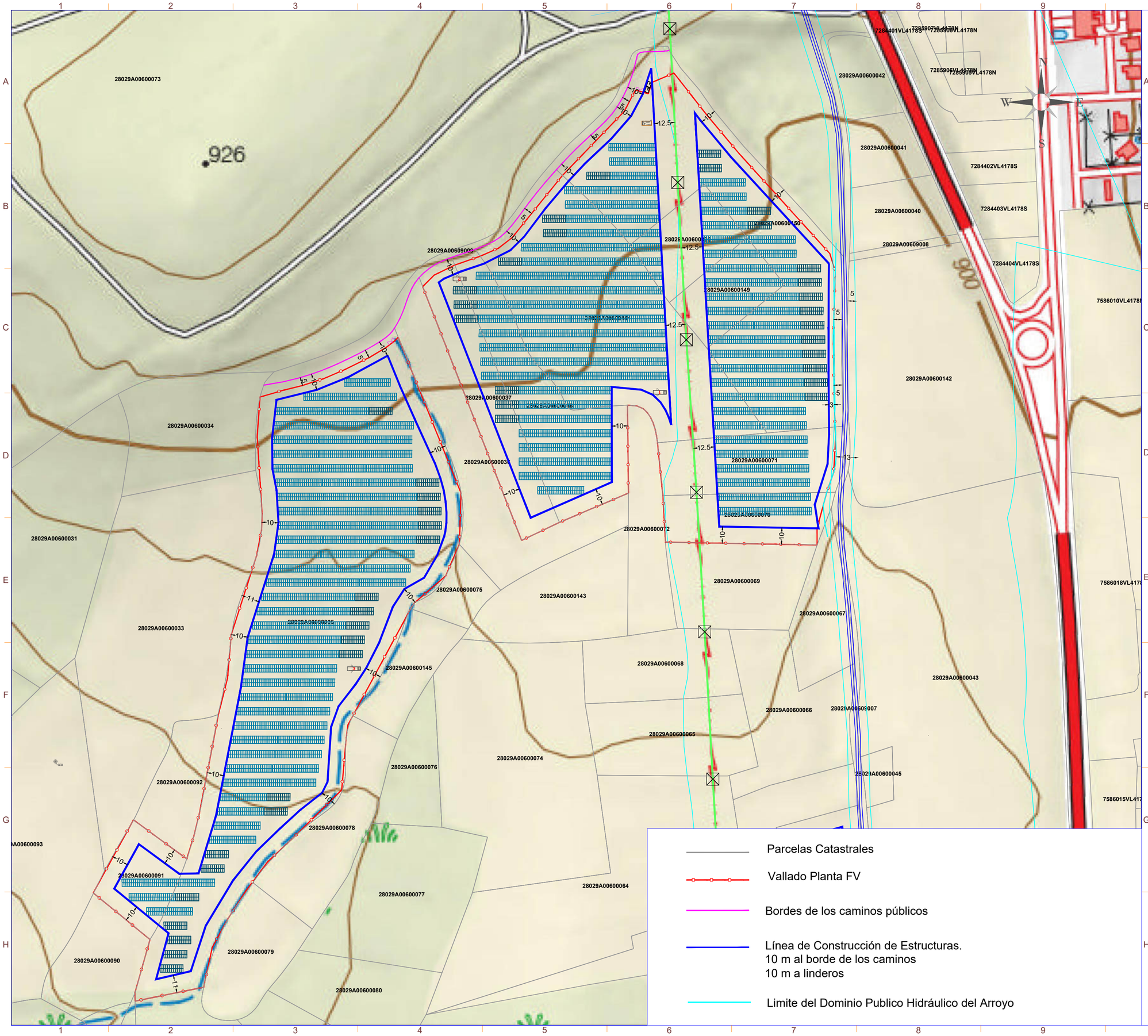
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.65-CAL-1048-GE-DRW-00-AFECCIONES AYUNTAMIENTO.DWG



nexer Renerix Solar

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Centro de Protección y Control

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: SERVIDUMBRES

Nº PLANO: 1048-GE

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:

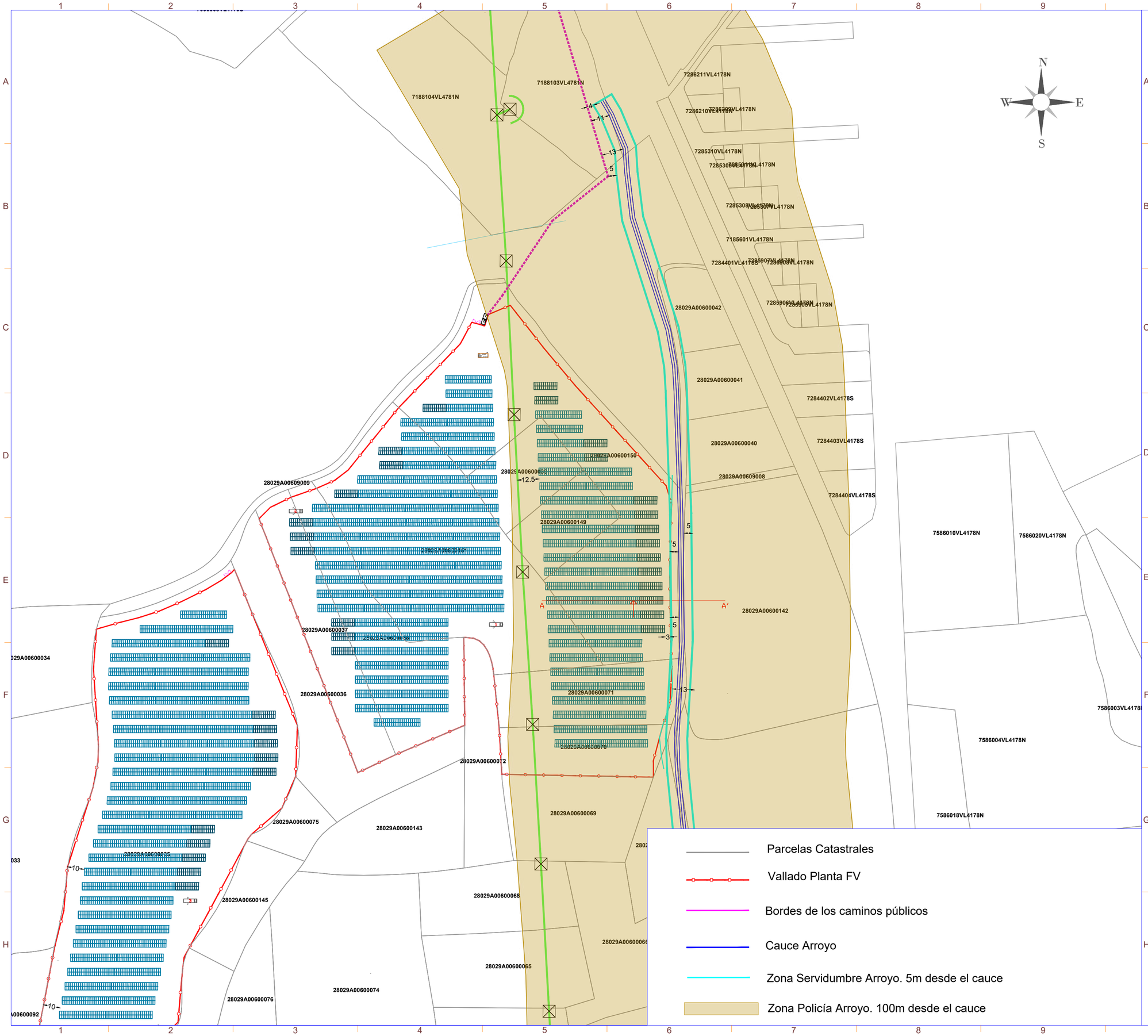
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.65-CAL-1049-GE-DRW-00-AFECCIONES CHT.DWG



Parcelas Catastrales

Vallado Planta FV

Bordes de los caminos públicos

Cauce Arroyo

Zona Servidumbre Arroyo. 5m desde el cauce

Zona Policía Arroyo. 100m desde el cauce

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Centro de Protección y Control
	Linea MT de Evacuacion

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: SERVIDUMBRES

Nº PLANO: 1049-GE

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

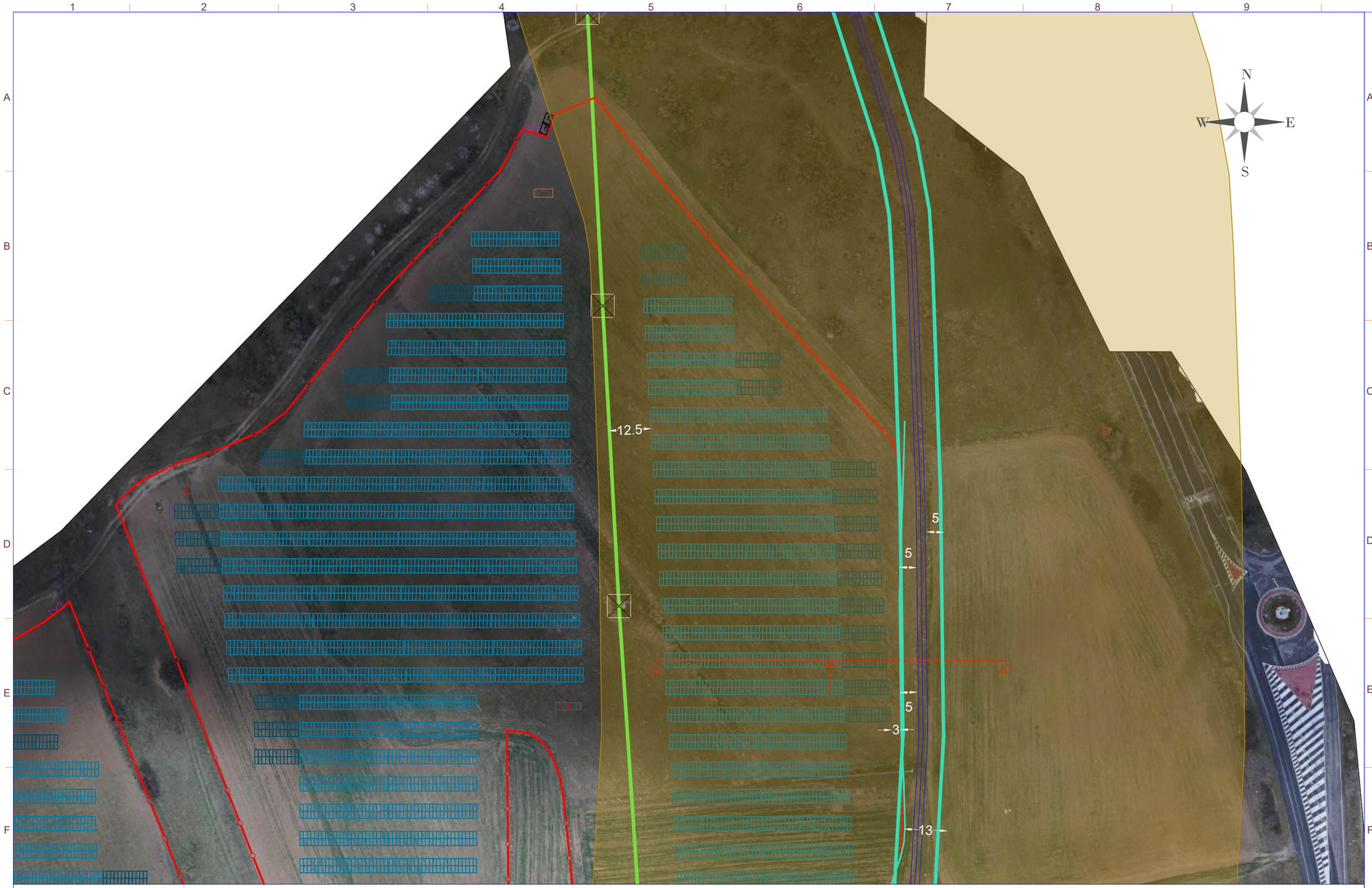
DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

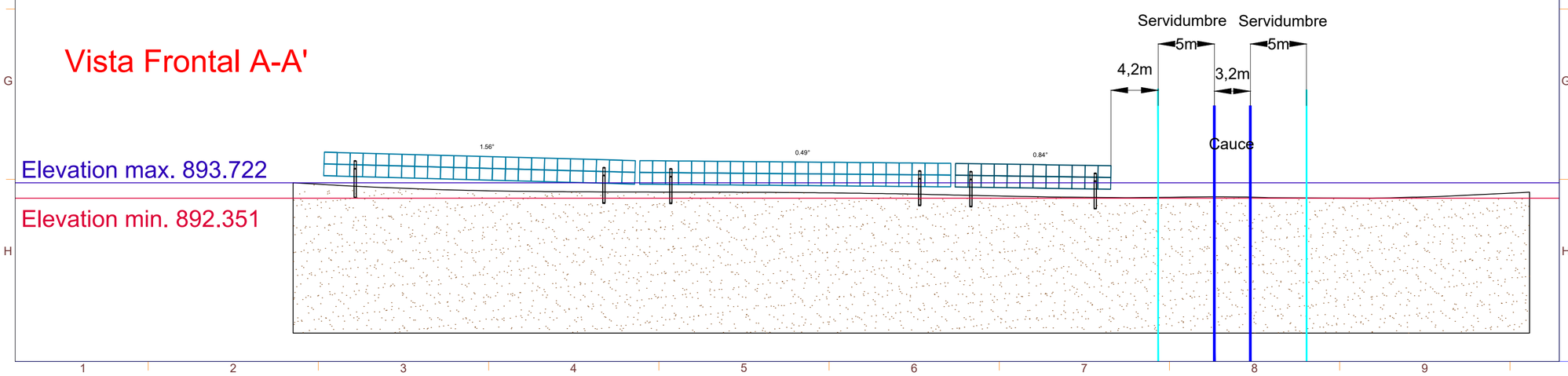
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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



Vista Frontal A-A'



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Centro de Protección y Control
	Linea MT de Evacuacion

Cauce Arroyo

Zona Servidumbre Arroyo. 5m desde el cauce

Zona Policía Arroyo. 100m desde el cauce

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25° ; Azimut 0°
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCION CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO

Nº PLANO: 1049-GE

HOJA: 2 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2" (A4 A3 A2 A1 A0)

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

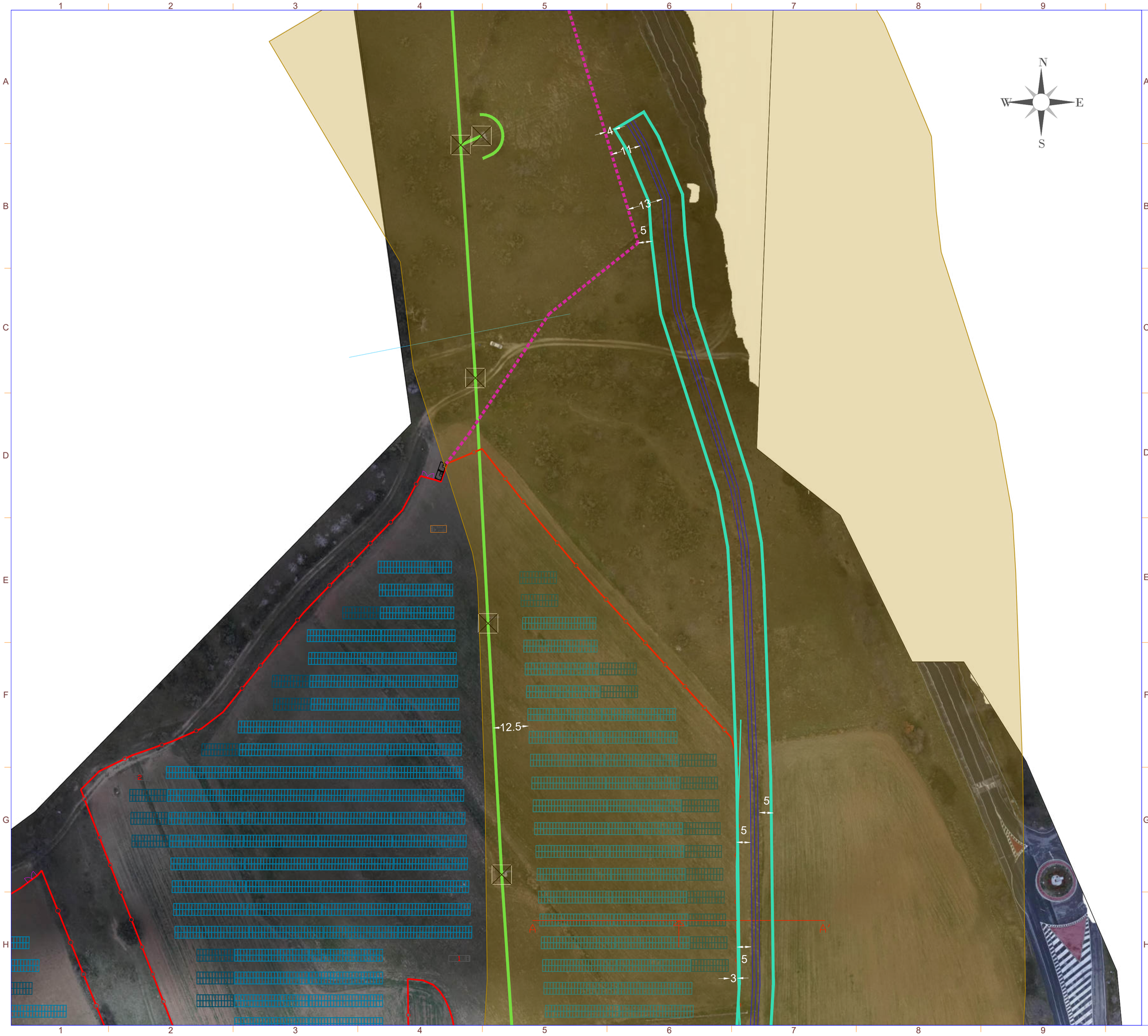
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO: ☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1049-GE-DRW-00-AFECCIONES CHT.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



nexer Renerix Solar

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Centro de Protección y Control
	Linea MT de Evacuacion

Cauce Arroyo

Zona Servidumbre Arroyo. 5m desde el cauce

Zona Policía Arroyo. 100m desde el cauce

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCION CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO

Nº PLANO: 1049-GE

HOJA: 3 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

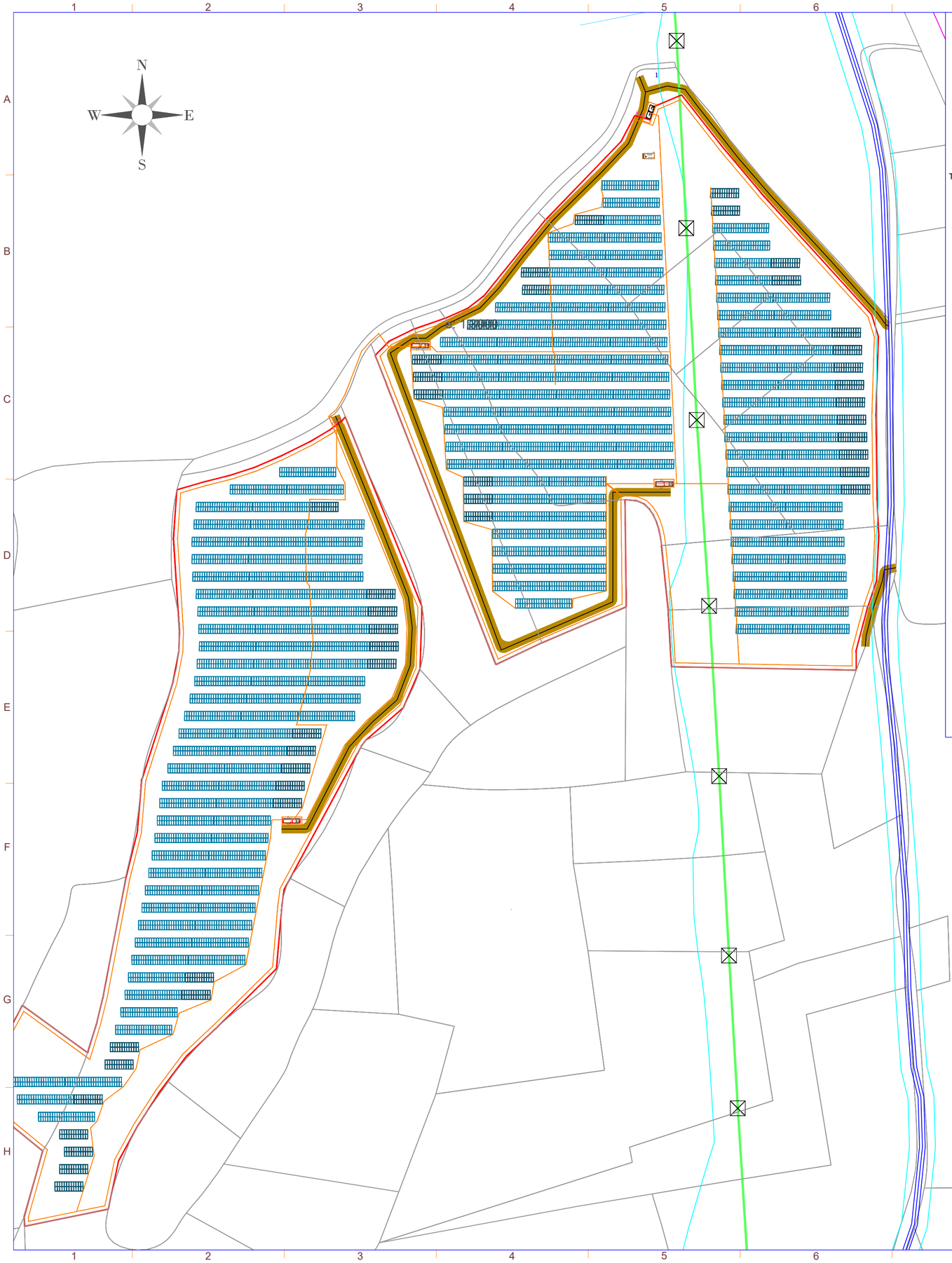
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

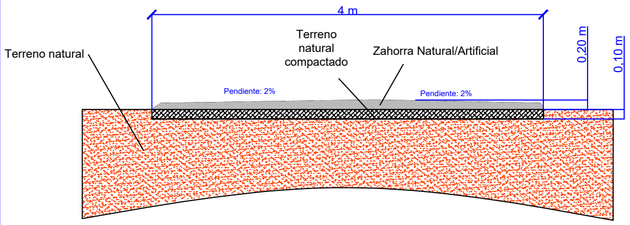
FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1049-GE-DRW-00-AFECCIONES CHT.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



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 INTERNOS

Cantidad	Descripción
808 m aprox.	Longitud del Camino
3.234 m²	Área del Camino
650 m³	Volumen de material compactado
325 m³	Volumen de tierra vegetal
20 cm	Espesor de la capa del camino

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Viales Internos a Planta
	Centro de Protección y Control

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25° ; Azimut 0°
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: OBRA CIVIL

Nº PLANO: 1105-CV

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:

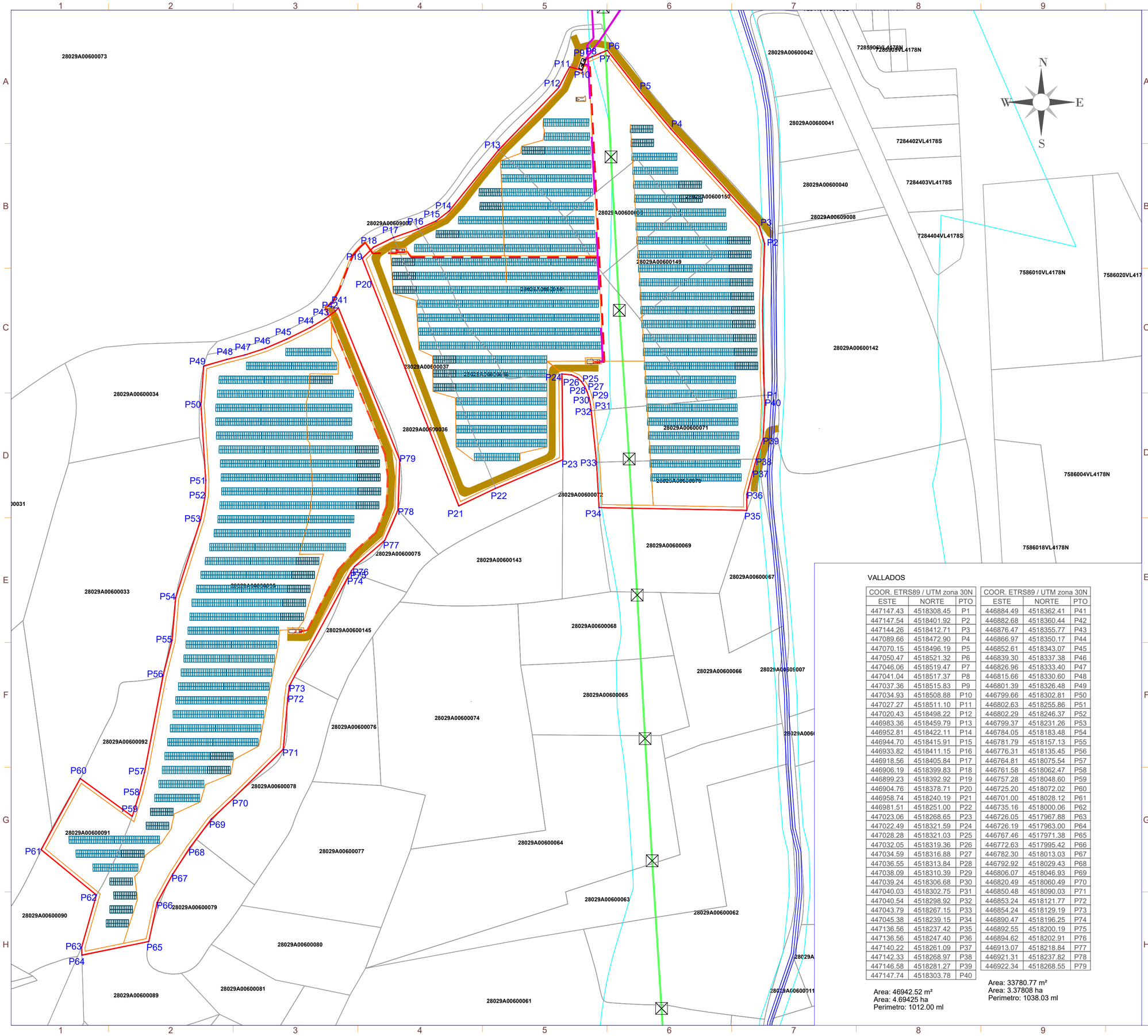
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	21.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

SPA2021.65-CAL-1105-CV-DRW-00-OBRA CIVIL.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

SPA2021.65-CAL-1110-CV-DRW-00-VALLADO.DWG



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Linea de Evacuación
	Centro de Protección y Control
	Centro de Seccionamiento

VALLADOS

COOR. ETRS89 / UTM zona 30N		
ESTE	NORTE	PTO
447147.43	4518308.45	P1
447147.54	4518401.92	P2
447144.26	4518412.71	P3
447089.66	4518472.90	P4
447070.15	4518496.19	P5
447050.47	4518521.32	P6
447046.06	4518519.47	P7
447041.04	4518517.37	P8
447037.36	4518515.83	P9
447034.93	4518508.88	P10
447027.27	4518511.10	P11
447020.43	4518498.22	P12
446983.36	4518459.79	P13
446952.81	4518422.11	P14
446944.70	4518415.91	P15
446933.82	4518411.15	P16
446918.56	4518405.84	P17
446906.19	4518399.83	P18
446899.23	4518392.92	P19
446904.76	4518378.71	P20
446958.74	4518240.19	P21
446981.51	4518251.00	P22
447023.06	4518268.65	P23
447022.49	4518321.59	P24
447028.28	4518321.03	P25
447032.05	4518319.36	P26
447034.59	4518316.88	P27
447036.55	4518313.84	P28
447038.09	4518310.39	P29
447039.24	4518306.68	P30
447040.03	4518302.75	P31
447040.54	4518298.92	P32
447043.79	4518267.15	P33
447045.38	4518239.15	P34
447136.56	4518237.42	P35
447136.56	4518247.40	P36
447140.22	4518261.09	P37
447142.33	4518268.97	P38
447146.58	4518281.27	P39
447147.74	4518303.78	P40

Area: 46942.52 m²
Area: 4.69425 ha
Perimetro: 1012.00 ml

COOR. ETRS89 / UTM zona 30N		
ESTE	NORTE	PTO
446884.49	4518362.41	P41
446882.68	4518360.44	P42
446876.47	4518355.77	P43
446866.97	4518350.17	P44
446852.61	4518343.07	P45
446839.30	4518337.38	P46
446826.96	4518333.40	P47
446815.66	4518330.60	P48
446801.39	4518326.48	P49
446799.66	4518302.81	P50
446802.63	4518255.86	P51
446802.29	4518246.37	P52
446799.37	4518231.26	P53
446784.05	4518183.48	P54
446781.79	4518157.13	P55
446776.31	4518135.45	P56
446764.81	4518075.54	P57
446761.58	4518062.47	P58
446757.28	4518048.60	P59
446725.20	4518072.02	P60
446701.00	4518028.12	P61
446735.16	4518000.06	P62
446726.05	4517967.88	P63
446726.19	4517963.00	P64
446767.46	4517971.38	P65
446772.63	4517995.42	P66
446782.30	4518013.03	P67
446792.92	4518029.43	P68
446806.07	4518046.93	P69
446820.49	4518060.49	P70
446850.48	4518090.03	P71
446853.24	4518121.77	P72
446854.24	4518129.19	P73
446890.47	4518196.25	P74
446892.55	4518200.19	P75
446894.62	4518202.91	P76
446913.07	4518218.84	P77
446921.31	4518237.82	P78
446922.34	4518268.55	P79

Area: 33780.77 m²
Area: 3.37808 ha
Perimetro: 1038.03 ml

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25° ; Azimut 0°
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

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: 1:1250

DIBUJADO POR:

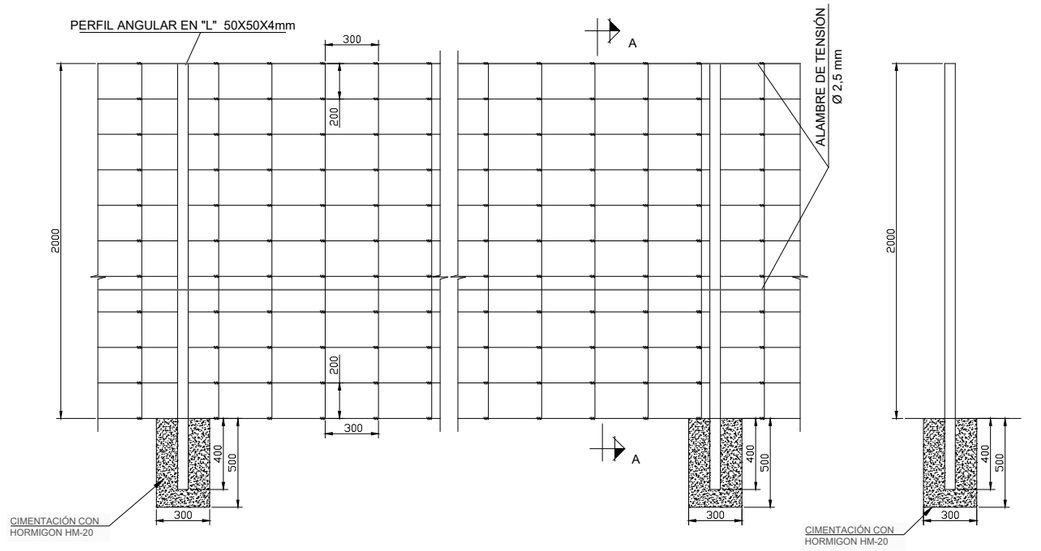
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	J.M.T.

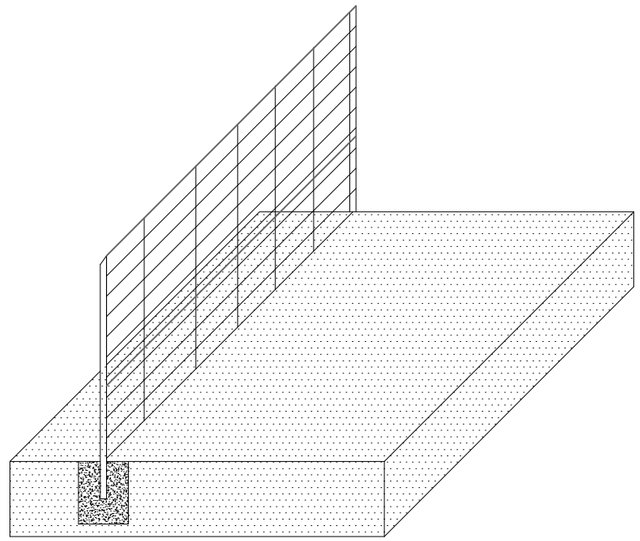
FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

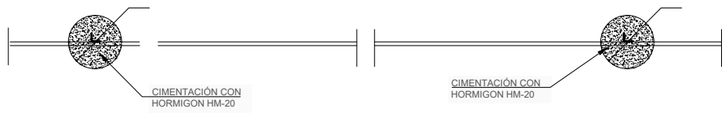


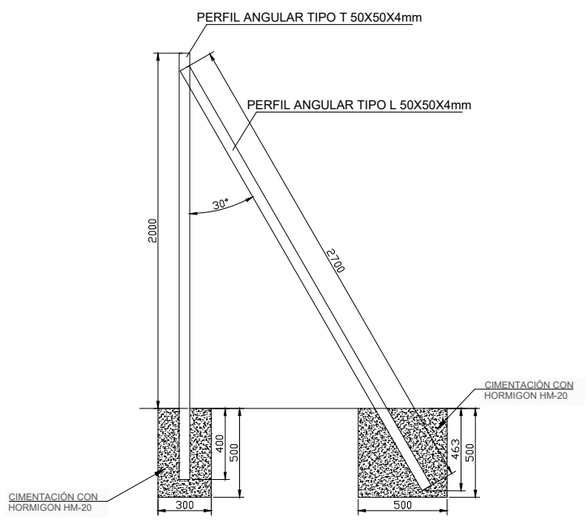
SECCIÓN A-A
POSTE INTERMEDIO



ISOMETRICO VALLADO

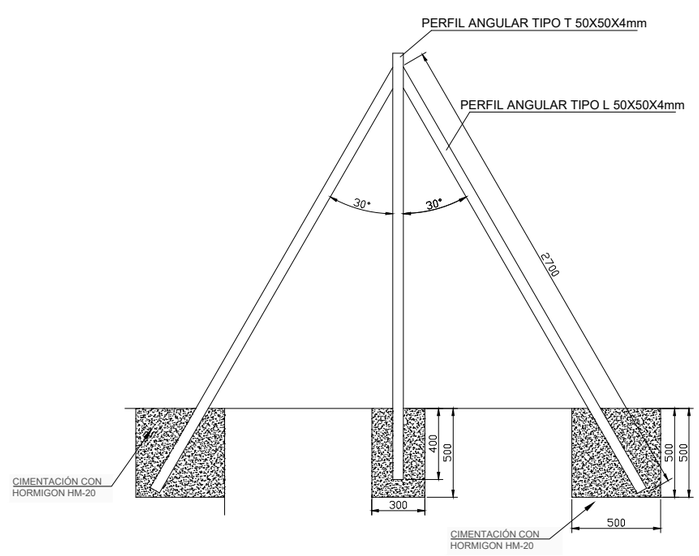
VALLA CERRAMIENTO DE MALLA ANUDADA CINEGETICA 200 cm





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°

NOTAS:

- La altura máxima será de 2 metros.
- La malla a colocar será metálica anudada de tipo ganadero, debiendo respetar las siguientes medidas 200/20/30 (altura / separación entre hilos horizontales / separación entre hilos verticales, en cm). Se recomienda que la sujeción de la malla se realice mediante postes de madera tratada para una mejor integración en el paisaje del entorno.
- De forma alternativa se podrá utilizar otro diseño de malla, siempre y cuando se dispongan un cuadro inferior de 15x30 cm (separación entre hilos horizontales / separación entre hilos verticales, en cm).
- No tendrá ni anclaje al suelo ni cable tensor inferior.
- No podrá contar con voladizos o con visera superior.
- En cualquier caso, carecerá de elementos cortantes o punzantes, dispositivos o trampas que permitan la entrada de fauna silvestre que impidan o dificulten su salida. No se permite en ningún caso tener incorporados dispositivos para conectar corriente eléctrica.

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

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: SE

DIBUJADO POR:

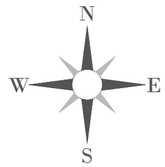
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	09.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1115-CV-DRW-00-DETALLE VALLADO.DWG





LEYENDA:

- ZANJA BT (SCB A INVERDOR)
- ZANJA CCTV (SEGURIDAD)
- ZANJA MT (LÍNEA INTERNA MT))
- ZANJA MT (EVACUACIÓN)
- ZANJA MT (INTERCONEXIÓN)

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 SPA2021.64-VAL-1125-CV-DRW-00-DETALLES DE ZANJAS.

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación + CPMC
	Centro de Protección y Control
	Weather station
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ZANJAS LAYOUT

Nº PLANO: 1120-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:4000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	19.04.2022	D.C.C.

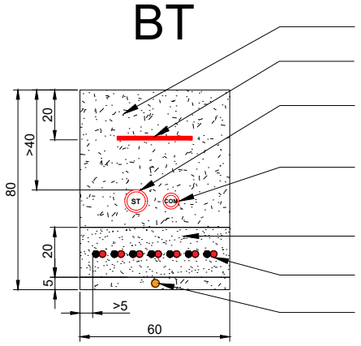
FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

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 UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO ESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO

SPA2021.65-CAL-1120-CV-DRW-00-ZANJAS LAYOUT.DWG

TIPOLOGIA Y DIMENSIONES DE ZANJAS PLANTA FV

BT



Tierra limpia de excavación

Cinta de señalización

Tubo corrugado Ø 90 mm (Comunicaciones)

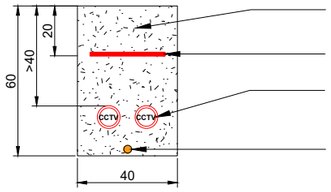
Tubo corrugado Ø 63 mm (String)

Capa de Arena o similar

Cable DC

Cable de Cobre (Tierra)

CCTV



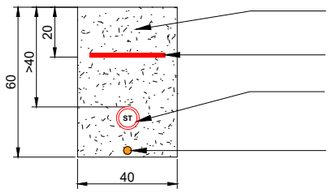
Tierra limpia de excavación

Cinta de señalización

Tubo corrugado Ø 90 mm (Seguridad)

Cable de Cobre (Tierra)

ST



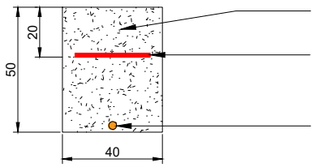
Tierra limpia de excavación

Cinta de señalización

Tubo corrugado Ø 90 mm (String)

Cable de Cobre (Tierra)

GD



Tierra limpia de excavación

Cinta de señalización

Cable de Cobre (Tierra)

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.

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

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ZANJAS DETALLES

Nº PLANO: 1125-CV

HOJA: 1 DE 2

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	09.03.2022	J.M.T.

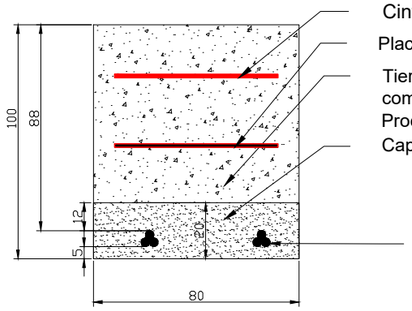
FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1125-CV-DRW-00-ZANJAS DETALLES.DWG

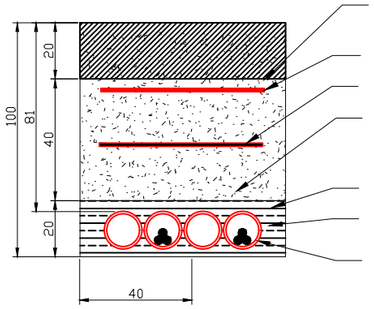
TIPOLOGÍA DE ZANJA DE LÍNEA DE EVACUACIÓN

TRAMOS ZANJA SIN CRUZAMIENTOS



Cinta de señalización
Placa de Proteccion Mecanica
Tierra limpia de excavación compactada al 95% del Proctor modificado
Capa de arena o similar
MV Cables

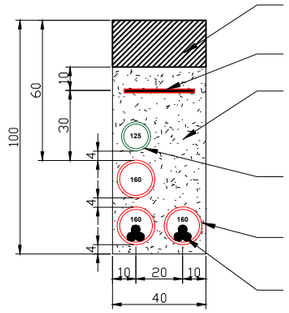
TRAMOS ZANJA CON CRUZAMIENTOS



Hormigonado, asfaltado o similar a terminación de suelo original
Cinta de señalización
Placa de Proteccion Mecanica
Tierra limpia de excavación compactada al 95% del Proctor modificado
Hormigón H-15
Tubo corrugado. d=160mm
MV Cables

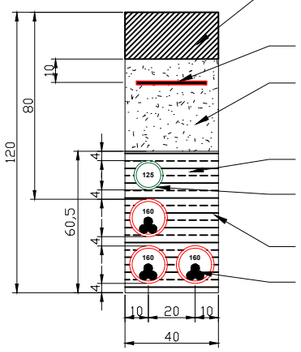
TIPOLOGÍA DE ZANJA DE MT

TRAMOS ZANJA SIN CRUZAMIENTOS



Hormigonado, asfaltado o similar a terminación de suelo original
Placa de Proteccion Mecanica
Tierra limpia de excavación compactada al 95% del Proctor modificado
Tubo verde corrugado. d=160mm Telecomunicaciones
Tubo rojo corrugado. d=160mm
MV Cables

TRAMOS ZANJA CON CRUZAMIENTOS



Hormigonado, asfaltado o similar a terminación de suelo original
Placa de Proteccion Mecanica
Tierra limpia de excavación compactada al 95% del Proctor modificado
Hormigón
Tubo verde corrugado. d=160mm Telecomunicaciones
Tubo rojo corrugado. d=160mm
MV Cables

En base a la normativa de aplicación para zanjas de líneas de Media Tension, recogida en la **INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-LAT 06**.**LÍNEAS SUBTERRÁNEAS CON CABLES AISLADOS** del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, las zanjas tendrán 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.

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.

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ZANJAS DETALLES

Nº PLANO: 1125-CV

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

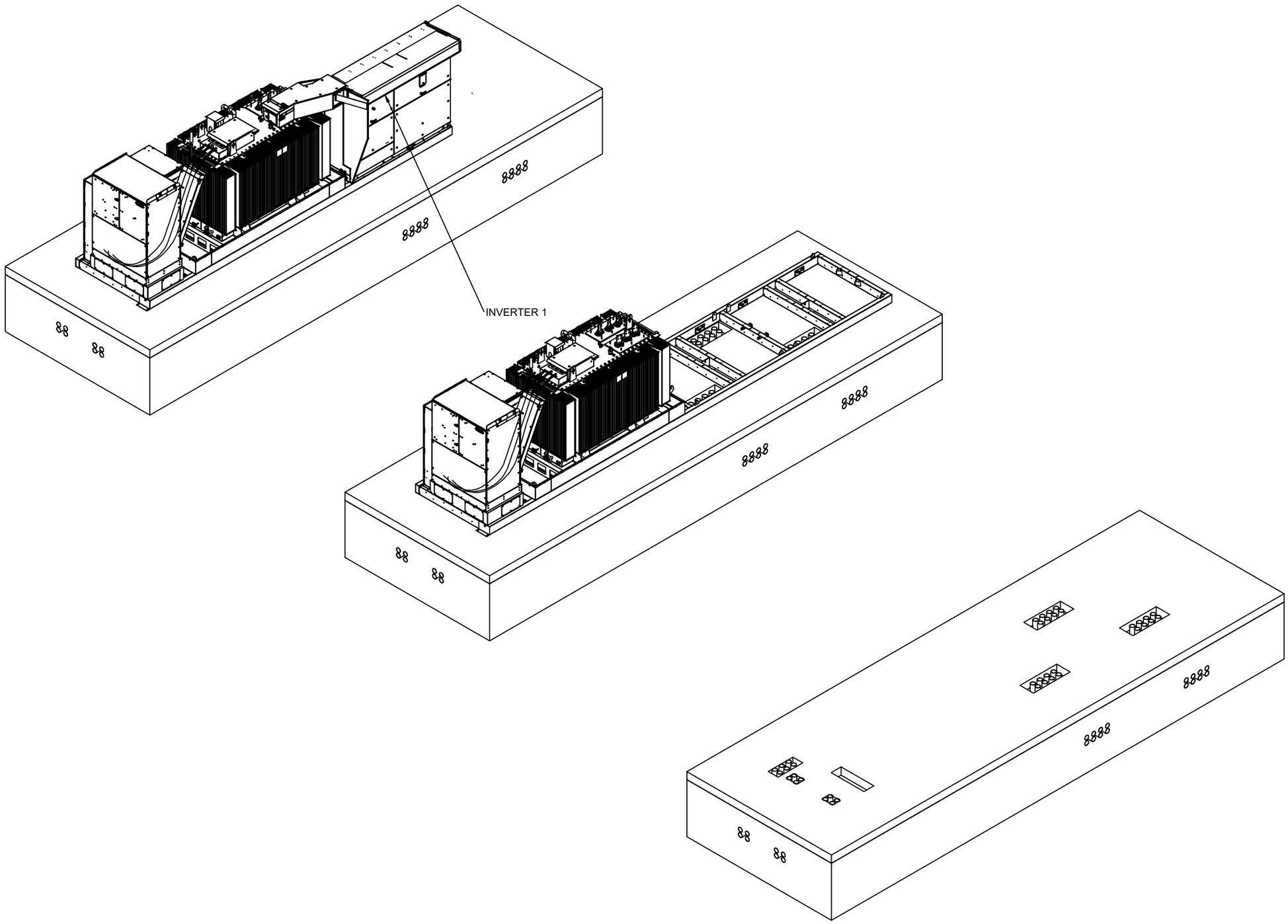
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	09.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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, PODRA ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

VISTAS GENERALES



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, PODRA ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ESTACIÓN TRANSFORMACIÓN /INVERSION (POWER STATION)

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 1 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

DIBUJADO POR:

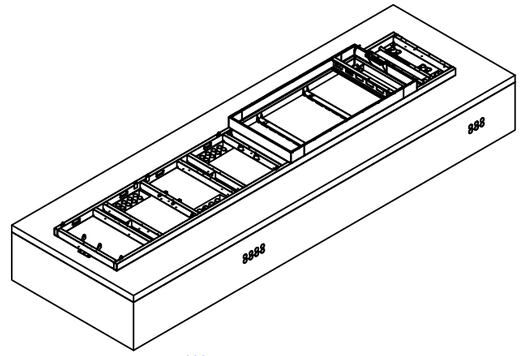
APROBADO POR:

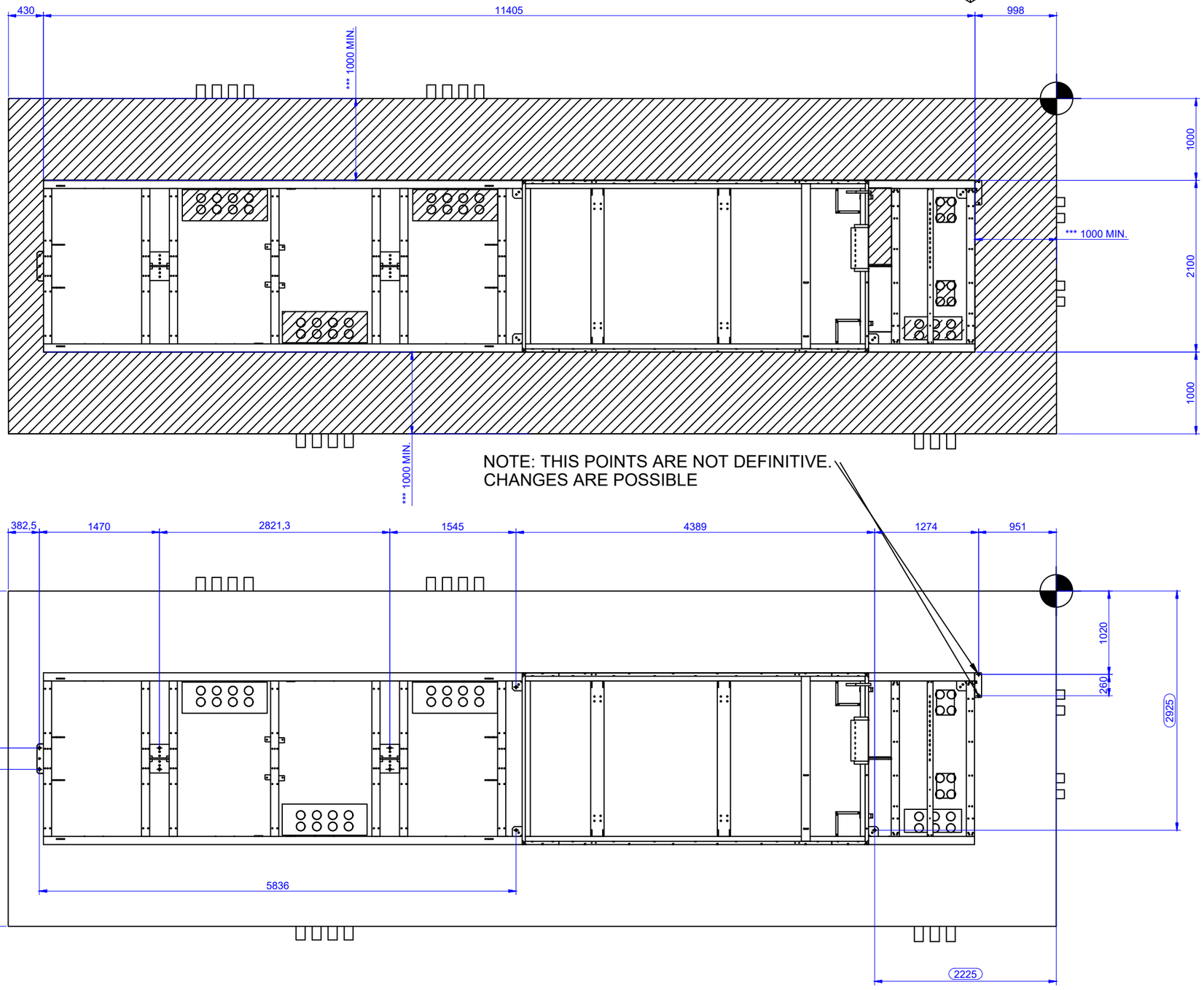
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1130-CV-DRW-00-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.DWG

DISPOSICIÓN DEL ANCLAJE DEL EQUIPO





Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ESTACIÓN TRANSFORMACIÓN /INVERSION (POWER STATION)

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 2 DE 4

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	29.03.2022	D.C.C.

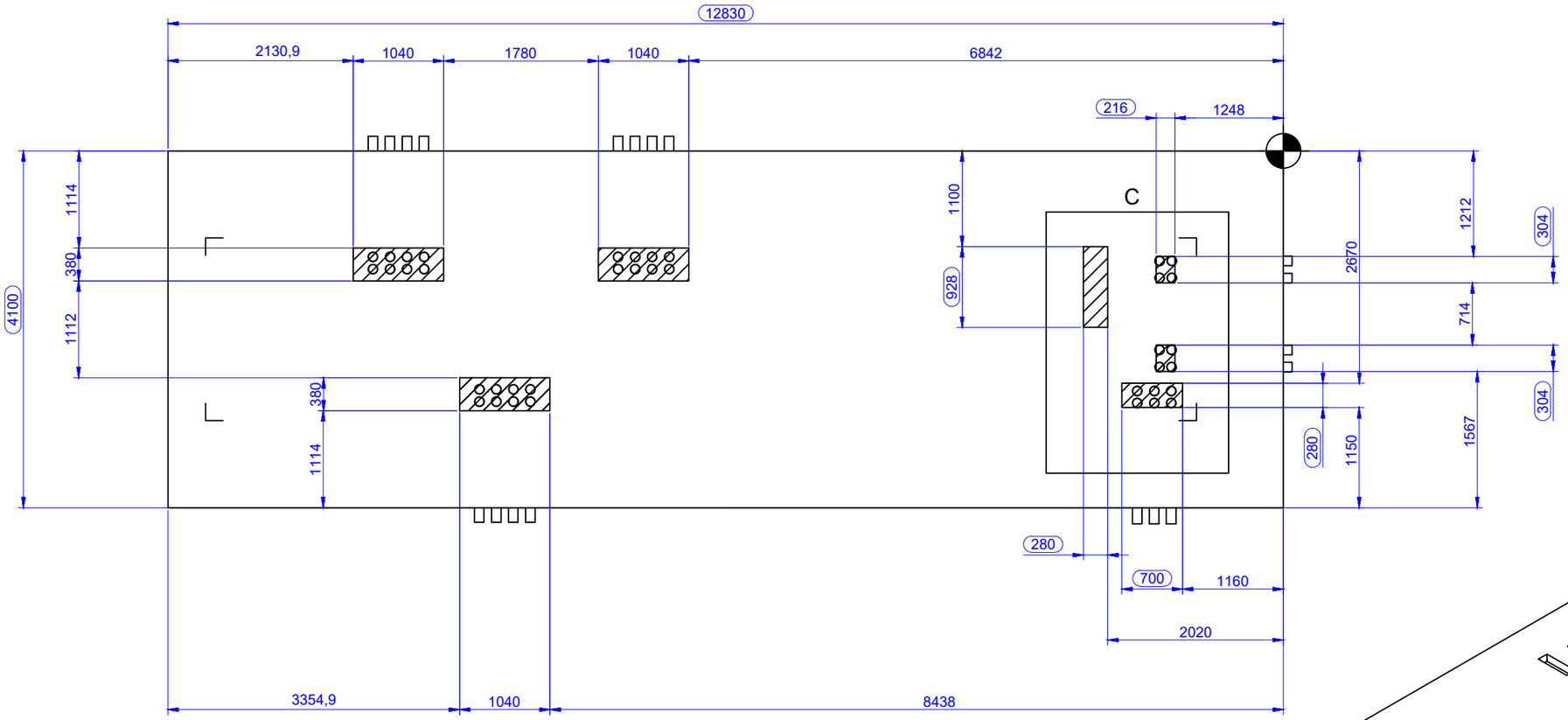
FASE PROYECTO:

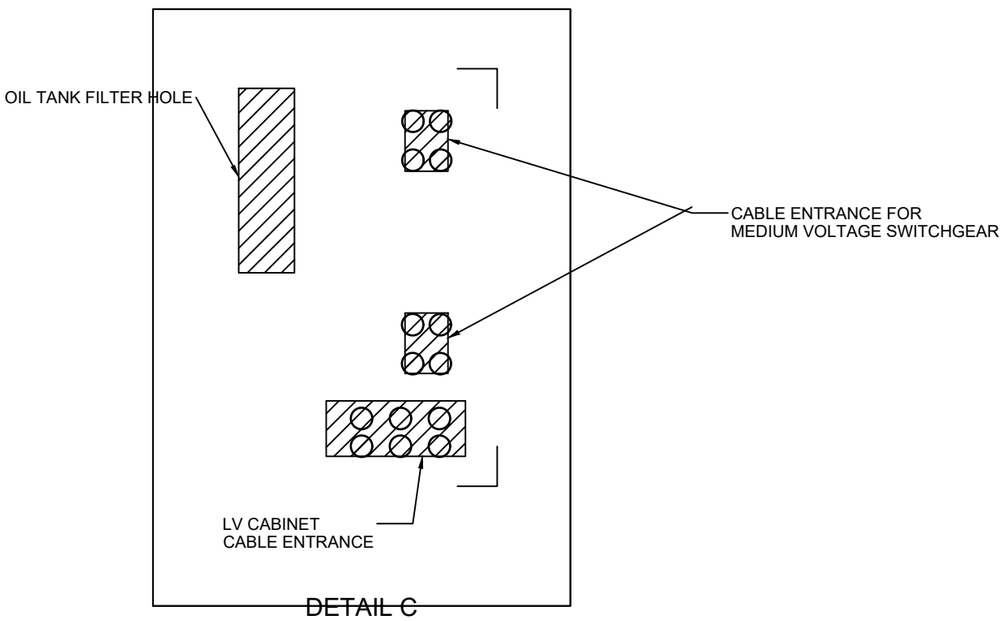
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

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

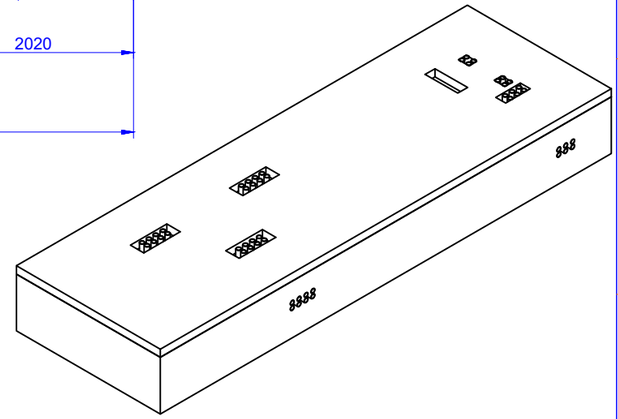
SPA2021.65-CAL-1130-CV-DRW-00-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.DWG

CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN





DETAIL C



Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ESTACIÓN TRANSFORMACIÓN /INVERSION (POWER STATION)

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 3 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

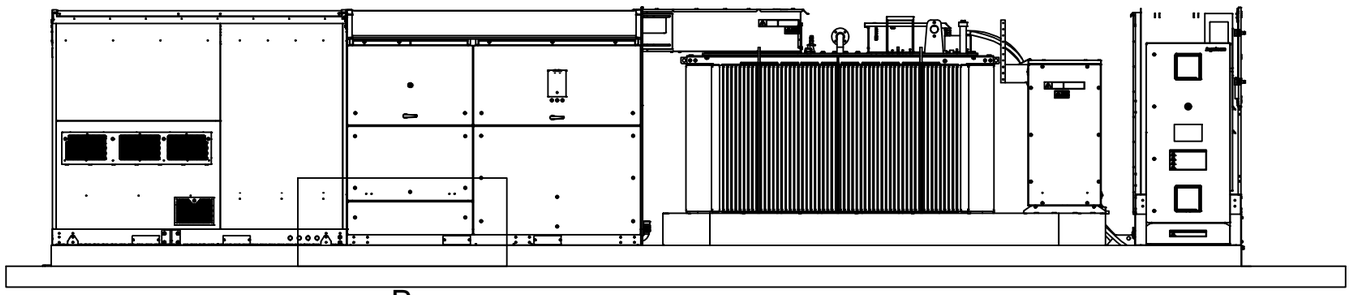
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:

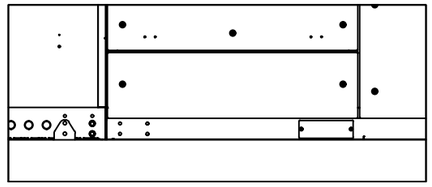
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

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

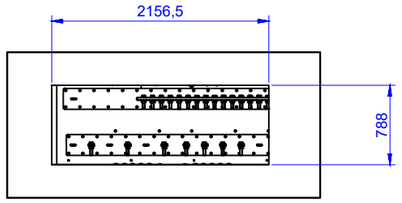
SPA2021.65-CAL-1130-CV-DRW-00-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.DWG



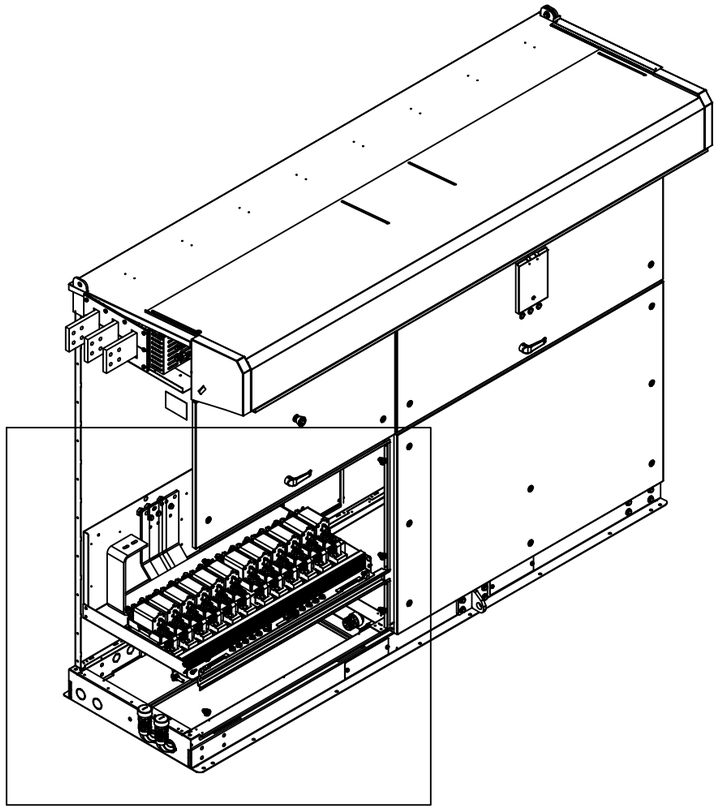
B



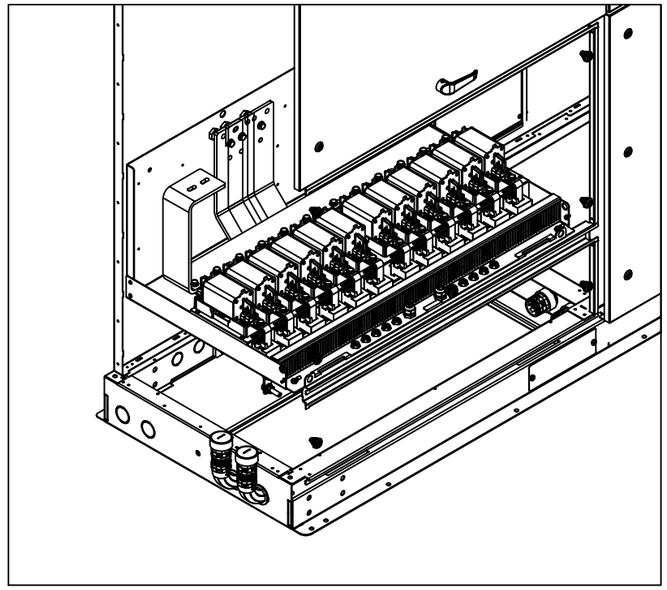
DETAIL B



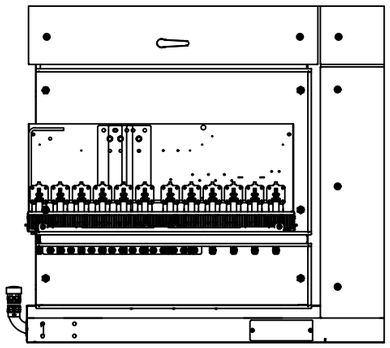
DETAIL A



D



DETAIL D



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

SPA2021.65-CAL-1130-CV-DRW-00-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.DWG

nexer Renerix Solar

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ESTACIÓN TRANSFORMACIÓN /INVERSION (POWER STATION)

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 4 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

DIBUJADO POR:

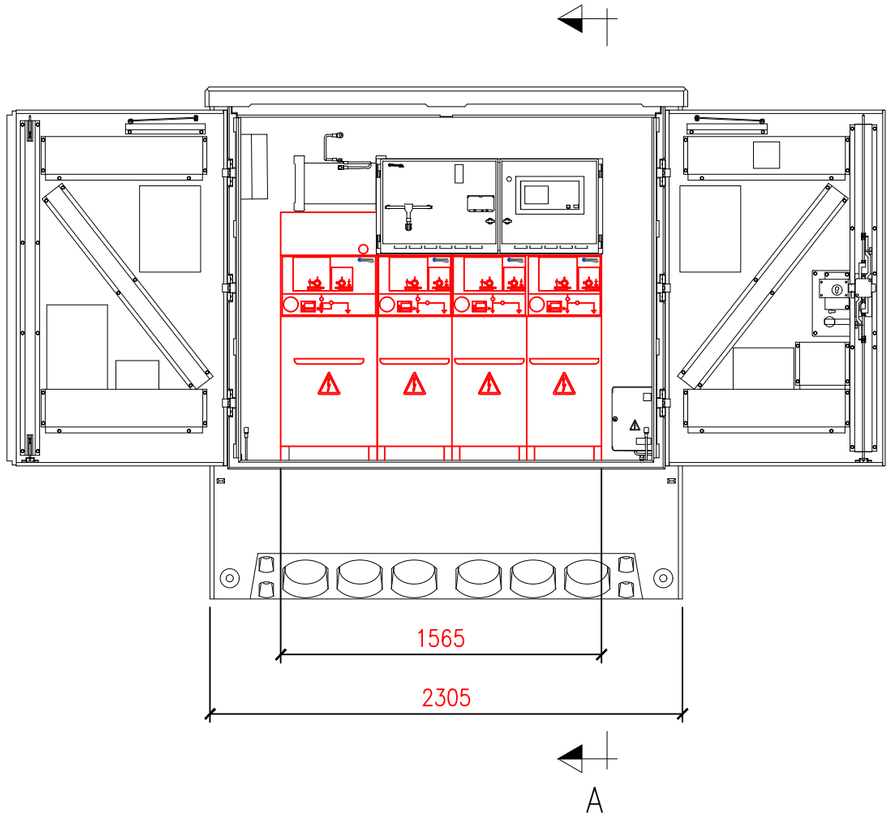
APROBADO POR:

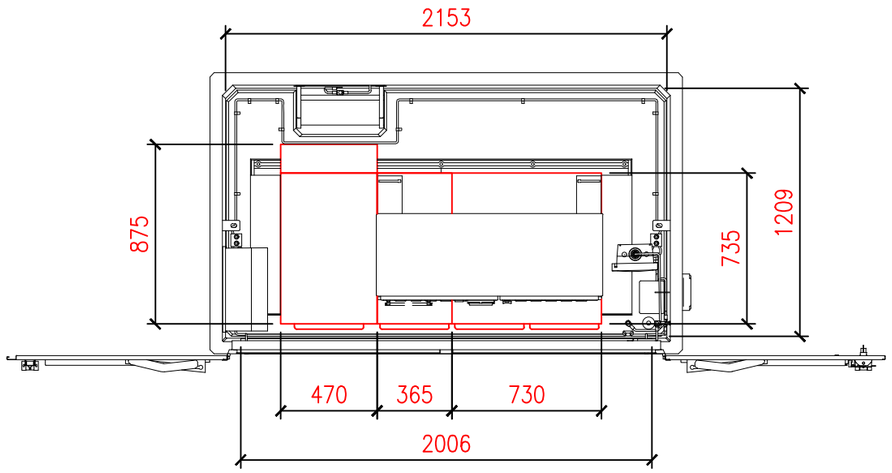
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.03.2022	D.C.C.

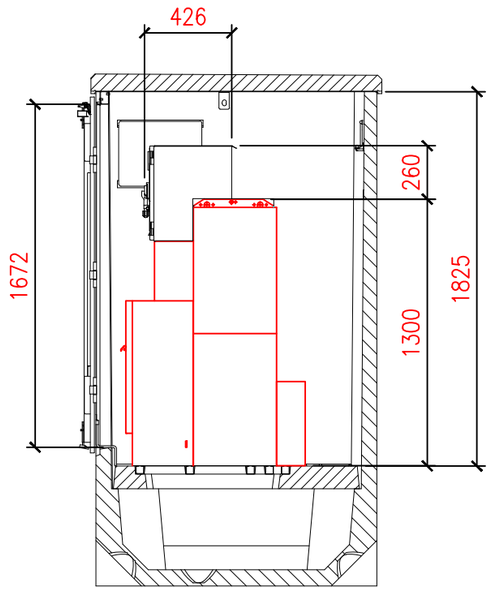
FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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, PODRA ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO







SECCIÓN A–A



Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Nº PLANO: 1135-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

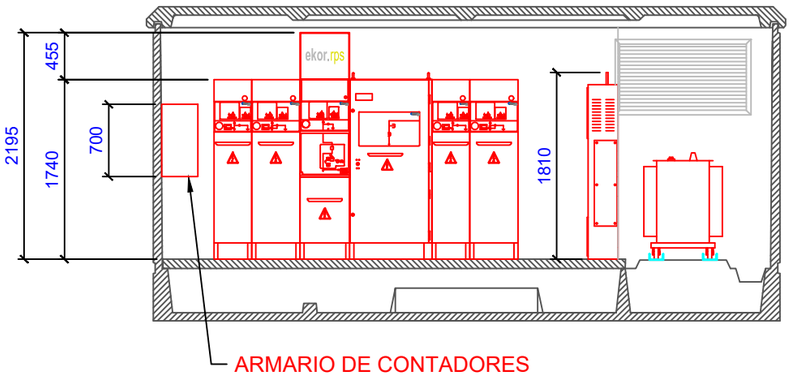
DIBUJADO POR:

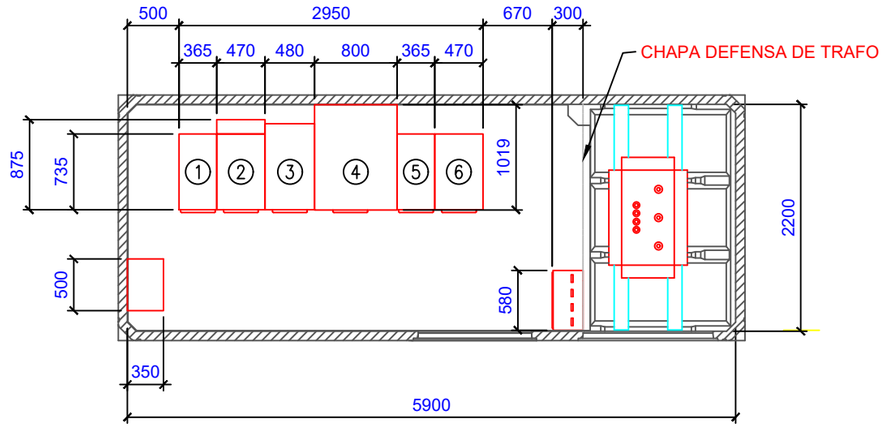
APROBADO POR:

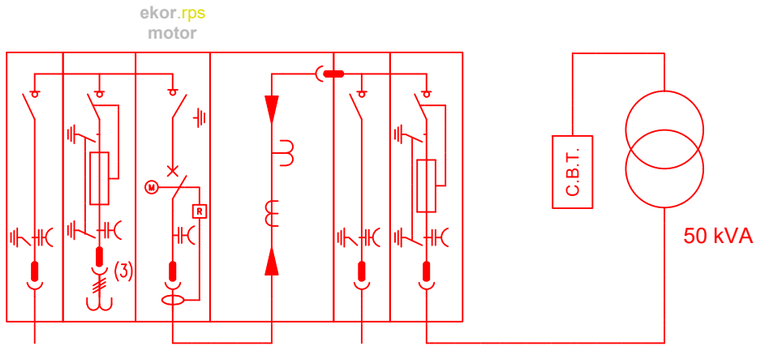
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.03.2022	D.C.C.

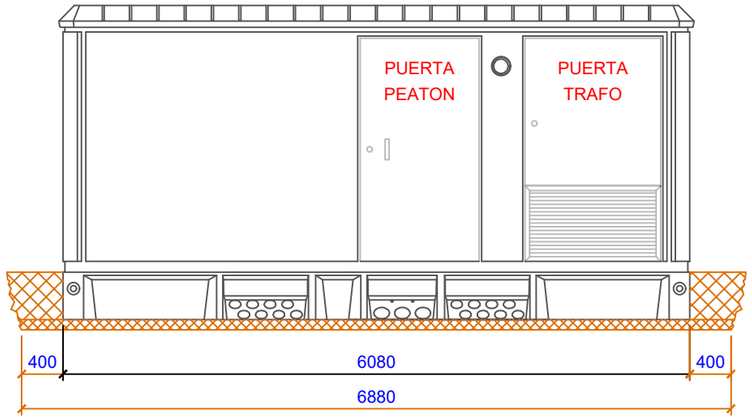
FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1135-CV-DRW-00-CENTRO DE SECCIONAMIENTO.DWG

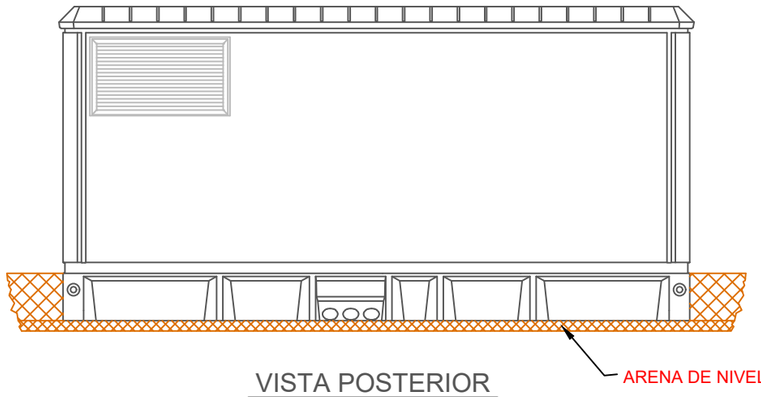




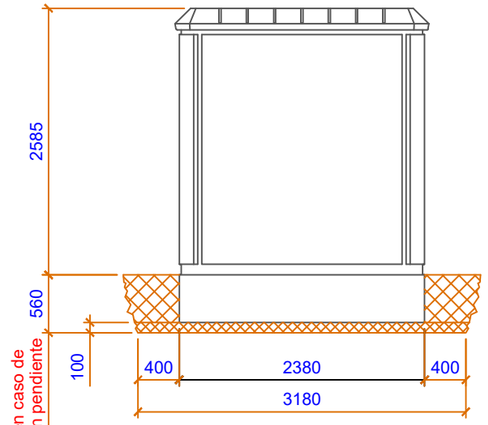




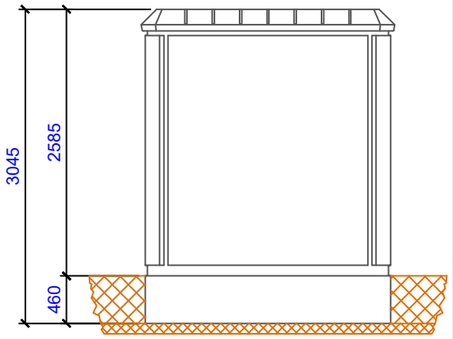
VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA LATERAL DERECHA

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: CENTRO DE PROTECCION Y MEDIDA

Nº PLANO: 1138-CV

HOJA: 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	29.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

SPA2021.65-CAL-1138-CV-DRW-00-CENTRO DE PROTECCION.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

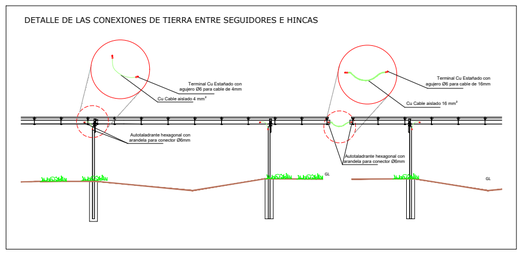


LEYENDA

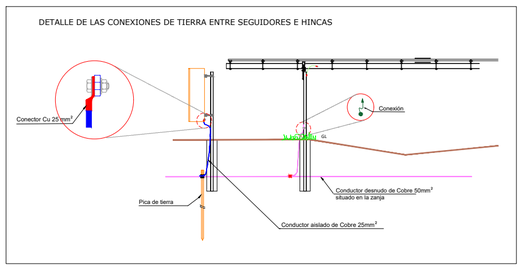
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación + CPMC
	Centro de Protección y Control
	Weather station
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Red de Tierras 35 mm2
	Red de Tierras 50 mm2 (CTs)
	Electrodo de tierra 2 M Ø14 MM
	Latiguillo de conexión masa metálicas cobre aislado PVC 16 mm2
	Conexión Cuadros y masas metálicas a red de tierra

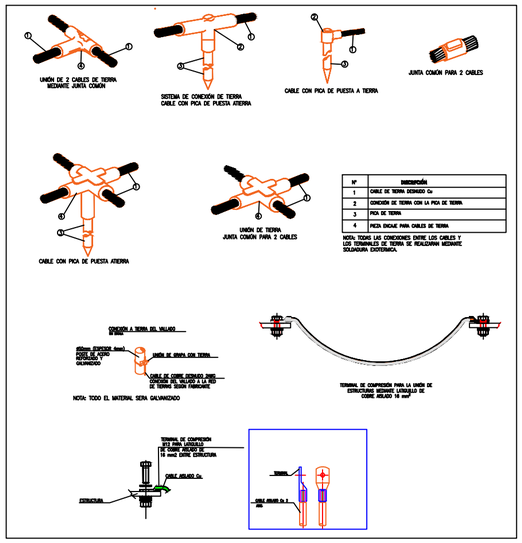
Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

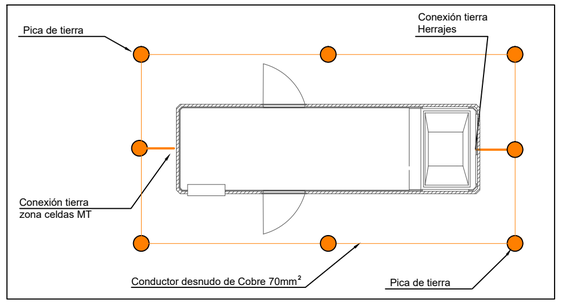
DETALLE DE LAS CONEXIONES DE TIERRA ENTRE SEGUIDORES E HINCAS



DETALLE DE LAS CONEXIONES DE TIERRA ENTRE SEGUIDORES E HINCAS







PROYECTO:	PF CALERA
CLIENTE:	BICURA INVESTMENTS, SL
TITULO:	LAYOUT SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
Nº PLANO	1145-CV
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	19.04.2022	R.M.P.

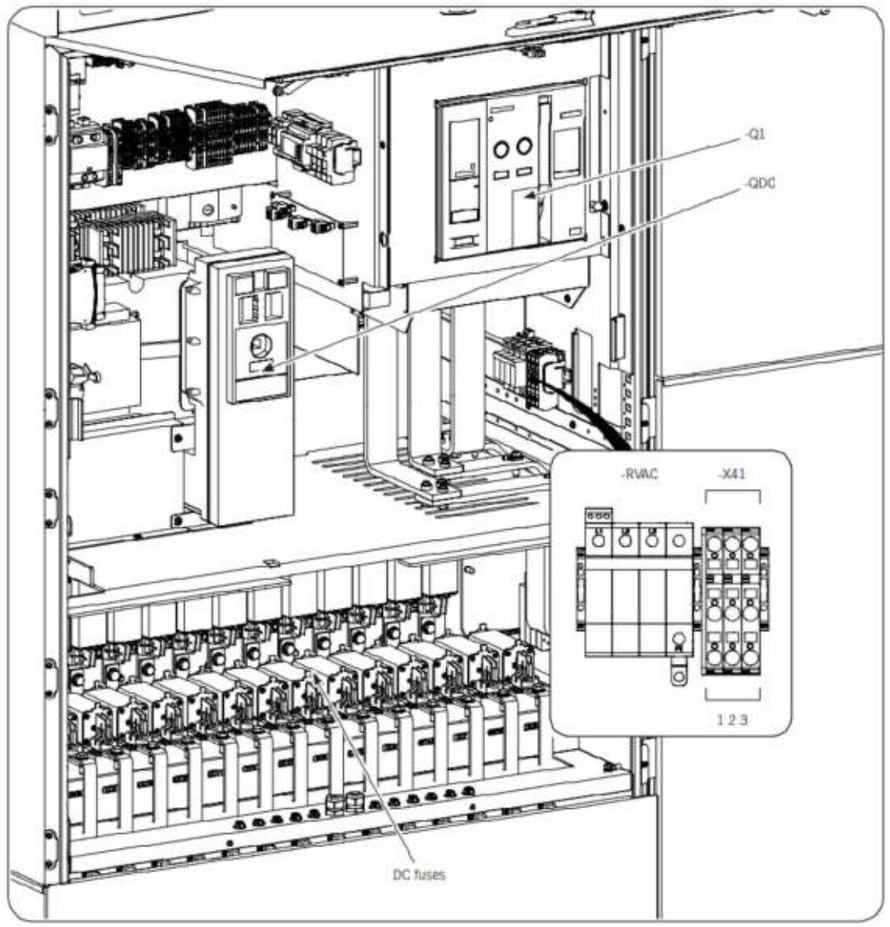
FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1145-CV-DRW-00-LAYOUT SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.DWG

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, PODRA ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

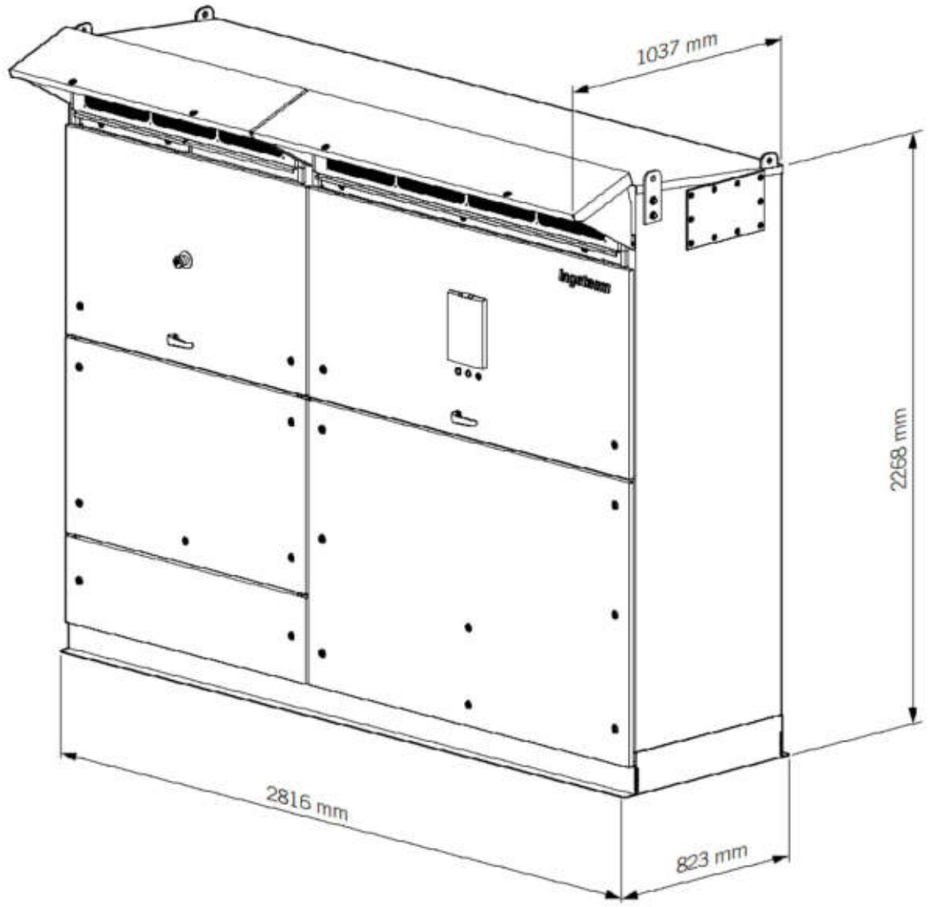
DETALLE CONEXIÓN CABLEADO (INGECON SUN 1675TL B645)



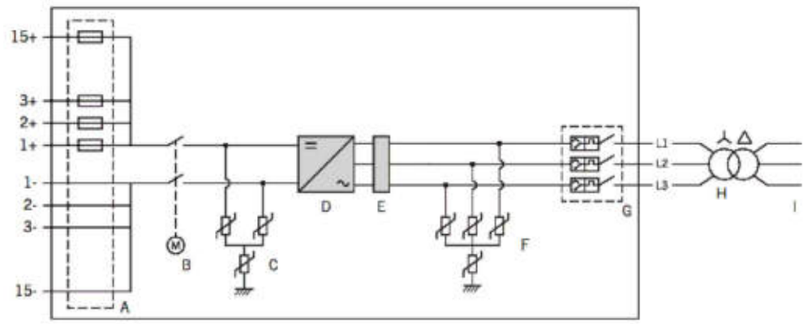
Component	Description
-QDC	Motorized DC switch
-Q1	AC thermomagnetic circuit breaker

Component	Description
-RVAC	AC surge arresters

DIMENSIONES (INGECON SUN 1675TL B645)



DETALLE CONEXIÓN CABLEADO (INGECON SUN 1675TL B645)



A. DC fuses, optional
B. Motorized DC switch
C. DC surge arresters
D. Inverter.
E. Filter
F. AC surge arresters
G. AC thermomagnetic circuit breaker
H. Transformer
I. AC output for connection to MV grid



Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE DEL INVERSOR

Nº PLANO: 1305-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

DIBUJADO POR:

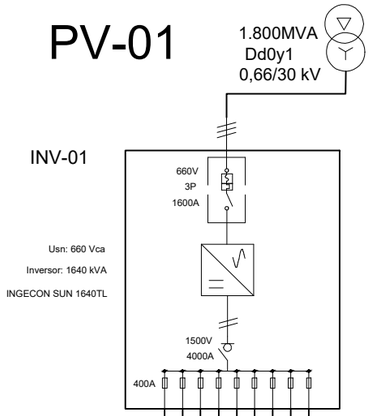
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	09.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

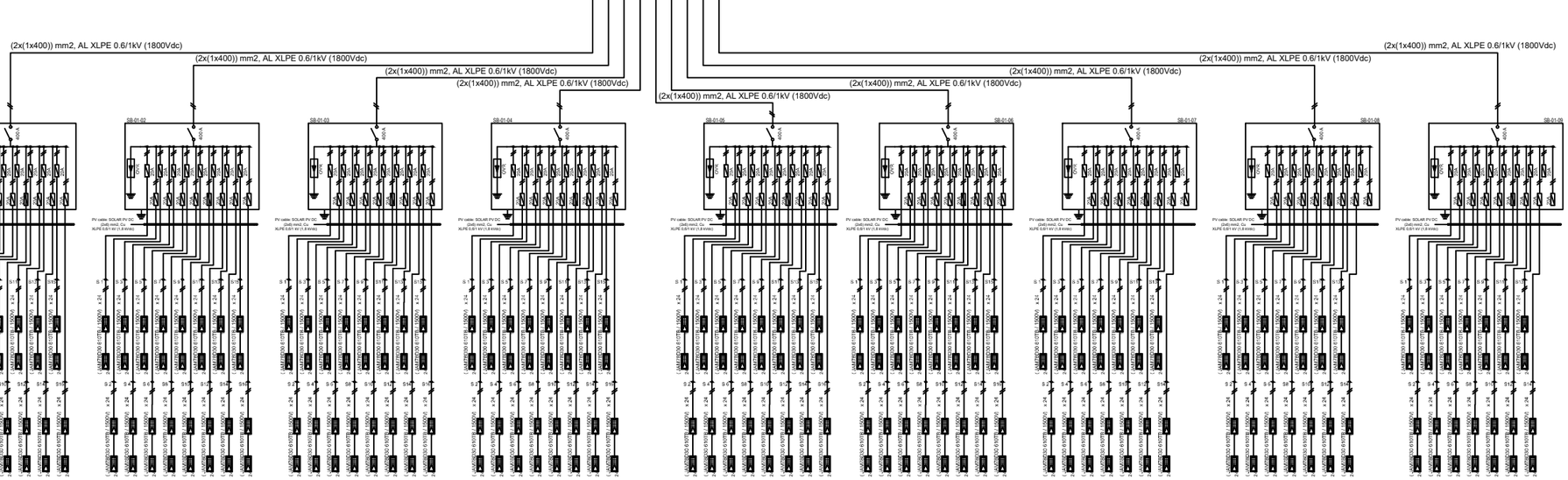
SPA2021.65-CAL-1305-EL-DRW-00-DETALLE DEL INVERSOR.DWG

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



DATOS TECNICOS	
POT. PICO:	2.020,32 kWp
POT. NOMINAL:	1.666 kW
MODULOS:	3.312 MODULOS (610 W)
CONFIGURACION:	24 MODULOS POR STRING (138 STRINGS)
INVERSOR:	INGETEAM 1675TL B645 INGECON

EQUIPOS CONTROL Y PROTECCIÓN	
SIMBOLO	NOMBRE
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	DESCARGADOR TIPO II
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR
	AGRUPACION PANELES FOTOVOLTAICOS
	SECCIONADOR EN CARGA



Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO:	CLIENTE:
PF CALERA	BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO:

ESQUEMA UNIFILAR BT

Nº PLANO	HOJA:
1320-EL	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	08.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1320-EL-DRW-00-ESQUEMA UNIFILAR BT.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

PV-02

1.800MVA
Dd0y1
0,66/30 kV

INV-02

660V
3P
1600A

Usn: 660 Vca
Inversor: 1640 kVA
INGECON SUN 1640TL

1500V
4000A

400A

(2x(1x400)) mm2, AL XLPE 0.6/1kV (1800Vdc)

SB-03-01 … SB-03-09

DATOS TECNICOS

POT. PICO:	1.961,76 kWp
POT. NOMINAL:	1.666 kW
MODULOS:	3.216 MODULOS (610 W)
CONFIGURACION:	24 MODULOS POR STRING (134 STRINGS)
INVERSOR:	INGETEAM 1675TL B645 INGECON

EQUIPOS CONTROL Y PROTECCIÓN	
SIMBOLO	NOMBRE
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	DESCARGADOR TIPO II
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR
	AGRUPACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS
	SECCIONADOR EN CARGA

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ESQUEMA UNIFILAR BT

Nº PLANO: 1320-EL

HOJA: 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	08.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:

☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1320-EL-DRW-00-ESQUEMA UNIFILAR BT.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

PV-03

1.800MVA
Dd0y1
0,66/30 kV

INV-03

660V
3P
1600A

Usn: 660 Vca
Inversor: 1640 kVA
INGECON SUN 1640TL

1500V
4000A
400A

(2x(1x400)) mm2, AL XLPE 0.6/1kV (1800Vdc)

SB-02-01 … SB-02-09

DATOS TECNICOS

POT. PICO:	2.078,88 kWp
POT. NOMINAL:	1.666 kW
MODULOS:	3.408 MODULOS (610 W)
CONFIGURACION:	24 MODULOS POR STRING (142 STRINGS)
INVERSOR:	INGETEAM 1675TL B645 INGECON

EQUIPOS CONTROL Y PROTECCIÓN	
SIMBOLO	NOMBRE
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	DESCARGADOR TIPO II
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR
	AGRUPACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS
	SECCIONADOR EN CARGA

nexer Renerix Solar

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

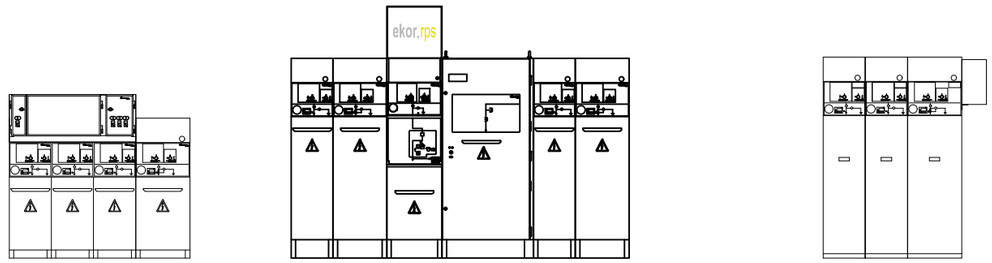
PROYECTO: PF CALERA	CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL
TITULO: ESQUEMA UNIFILAR BT	
Nº PLANO: 1320-EL	HOJA: 3 DE 3
PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3" (A4 A3 A2 A1 A0)	ESCALA: S/E
DIBUJADO POR:	
APROBADO POR:	

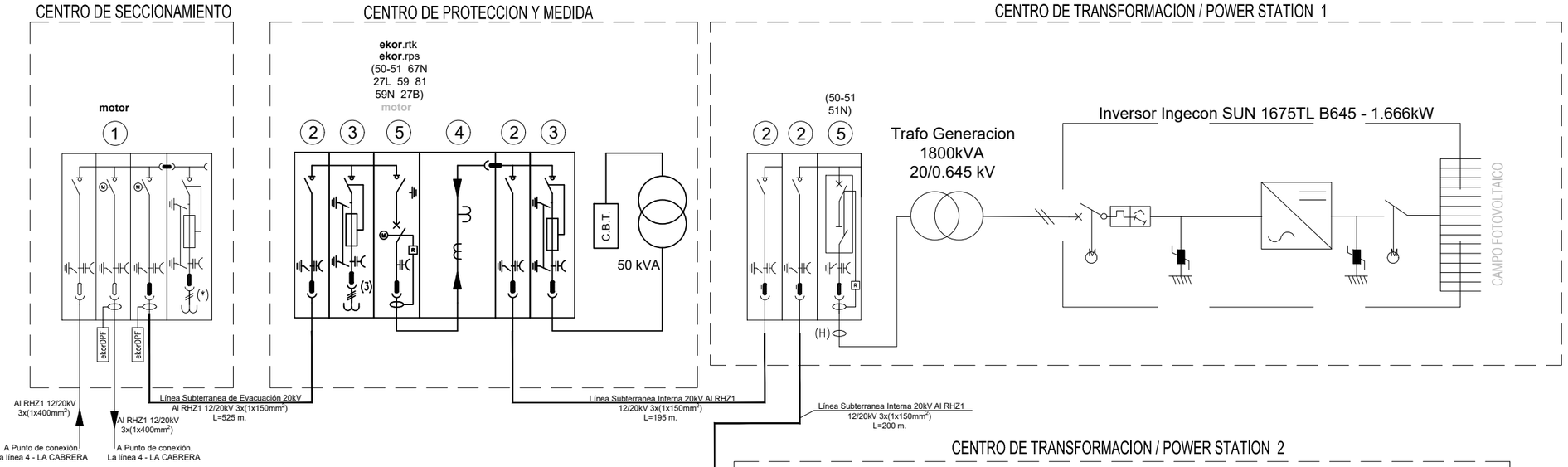
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1320-EL-DRW-00-ESQUEMA UNIFILAR BT.DWG

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





1 CELDA COMPACTA DE 3 FUNCIONES DE LINEA Y UNA PROTECCIÓN CON RUPTOFUSIBLE. Una celda de línea con seccionador de 3 posiciones y mando manual. Dos celdas de línea con seccionador de 3 posiciones y mando motor. Una celda de interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra y mando manual tipo BR. Con TT de SS.AA.

2 CELDA DE LINEA. Una celda de línea de corte y aislamiento integral con interruptor-seccionador de 3 posiciones (onexión-seccionamiento-puesta a tierra) y mando manual.

3 Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-P o similar, 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. Incluye 3 transformadores de tensión.

4 CELDA DE MEDIDA modelo CGMCOSMOS-M. Vn=24kV In=400A / cc=16kA. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 transformadores de tension de triple secundario y 3 transformadores de intensidad (verificados).

5 CELDA DE PROTECCION GENERAL con interruptor automático CGMCOSMOS-V, aislamiento integral en SF6, Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. equipada con: interruptor automático de corte en vacío (cat. E2 s/IEC 62271- 100), con mando motor. Seccionador de tres posiciones (cat. E2 s/IEC 62271-102), conexión-seccionamiento-puesta a tierra, con mando manual. Incluye: Relé de protección digital multifunción comunicable ekorRPS-DD para la medida de tension del lado cliente con indicador presencia tensión, tres transformadores de tensión y Sensores de intensidad.

NOTA:
En el CPMC se incluye::
- Armario de resistencias de carga para cargar el secundario de medida de facturación del transformador de tensión como mínimo al 50 % de su potencia nominal
- Armario Contadores según normativa de Iberdrola.

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: ESQUEMA UNIFILAR MT

Nº PLANO: 1325-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

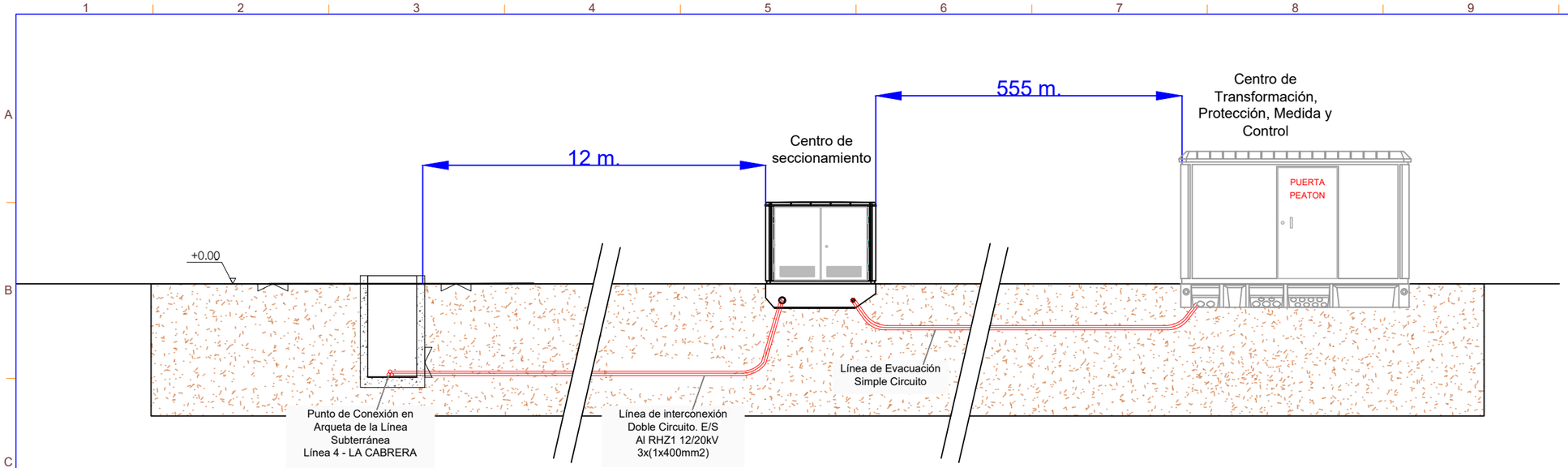
DIBUJADO POR:

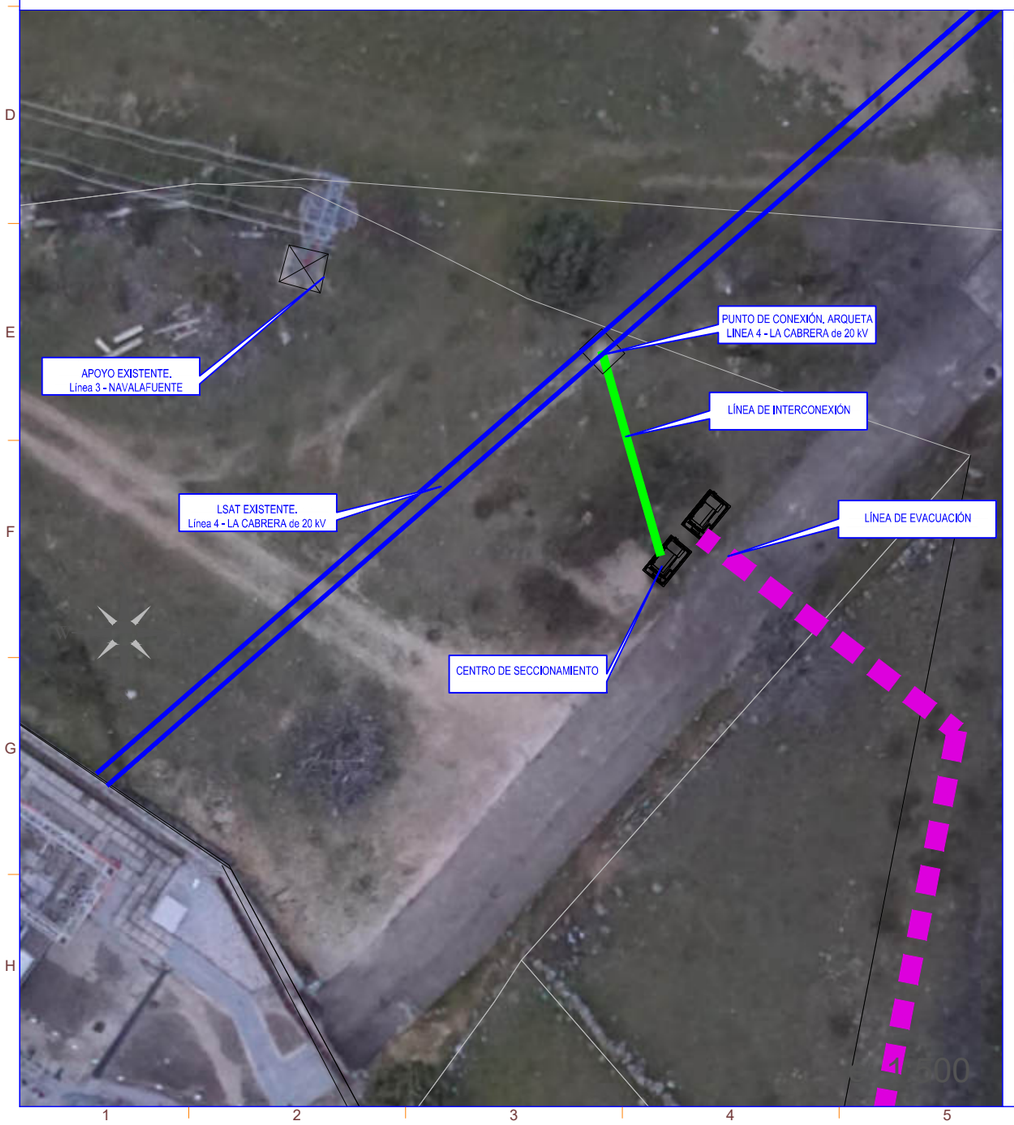
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	08.03.2022	D.C.C.

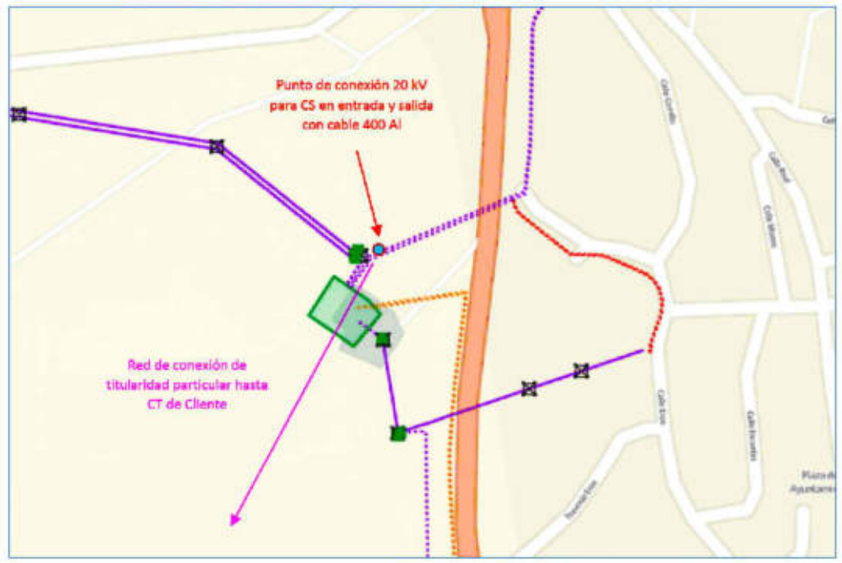
FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

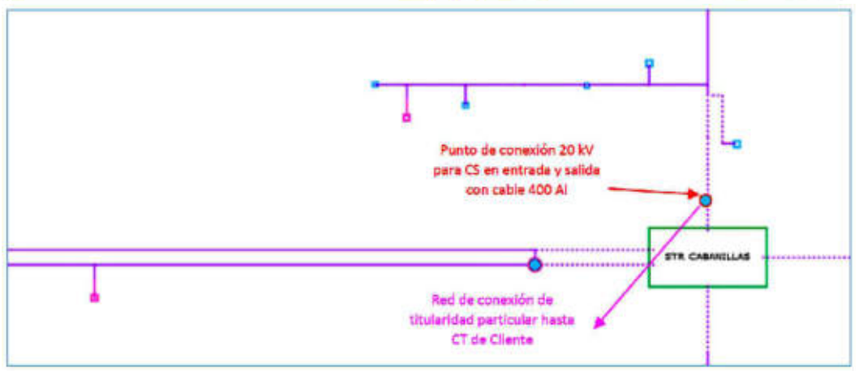
SPA2021.65-CAL-1325-EL-DRW-00-ESQUEMA UNIFILAR MT.DWG





ESQUEMAS DE LA COMPAÑÍA ELÉCTRICAS SOBRE EL PUNTO DE CONEXIÓN CONCEDIDO:





LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación + CPMC
	Centro de Protección y Control
	Weather station
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Linea de Evacuación
	Linea de Interconexión

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.)
	Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: INTERCONEXIÓN DETALLES

Nº PLANO: 1380-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297"
TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

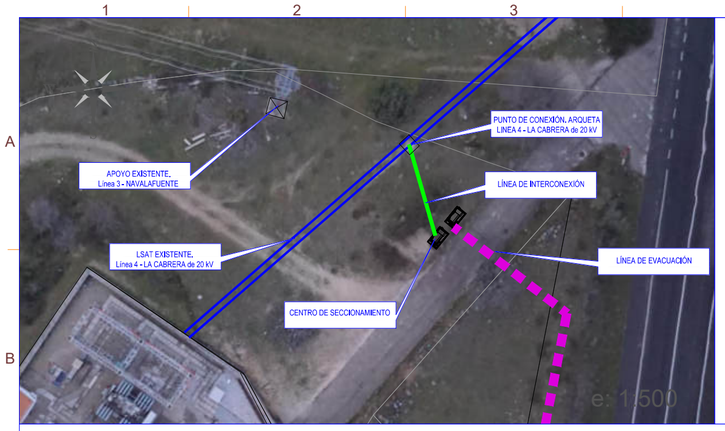
DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

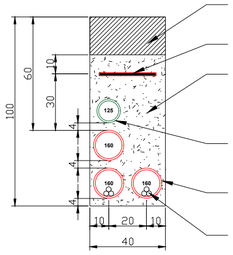
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	19.04.2022	R.M.P.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ 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

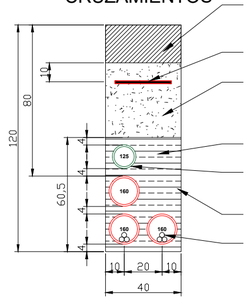


TRAMOS ZANJA SIN CRUZAMIENTOS

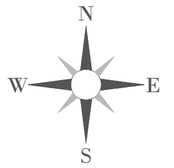


- Hormigonado, asfaltado o similar a terminación de suelo original
- Placa de Proteccion Mecanica
- Tierra limpia de excavación compactada al 95% del Proctor modificado
- Tubo verde corrugado. d=160mm Telecomunicaciones
- Tubo rojo corrugado. d=160mm
- MV Cables

TRAMOS ZANJA CON CRUZAMIENTOS



- Hormigonado, asfaltado o similar a terminación de suelo original
- Placa de Proteccion Mecanica
- Tierra limpia de excavación compactada al 95% del Proctor modificado
- Hormigón
- Tubo verde corrugado. d=160mm Telecomunicaciones
- Tubo rojo corrugado. d=160mm
- MV Cables



CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA :
C1: X = 447034.33 Y = 4518511.53

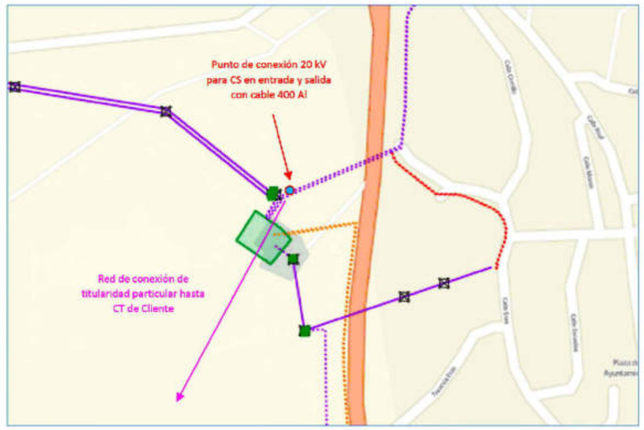
CENTRO DE SECCIONAMIENTO:
S1: X = 447038.24 Y = 4519014.25

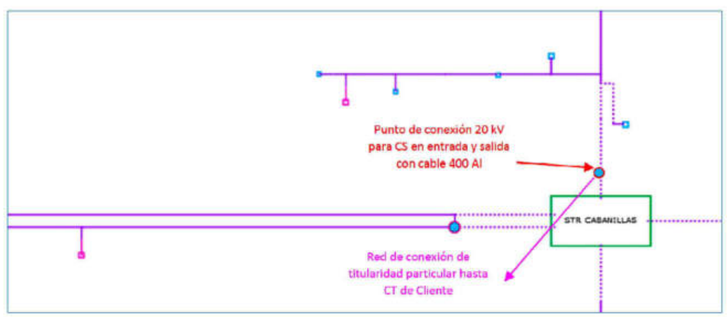
PUNTO DE CONEXIÓN.
LÍNEA 4 - LA CABRERA

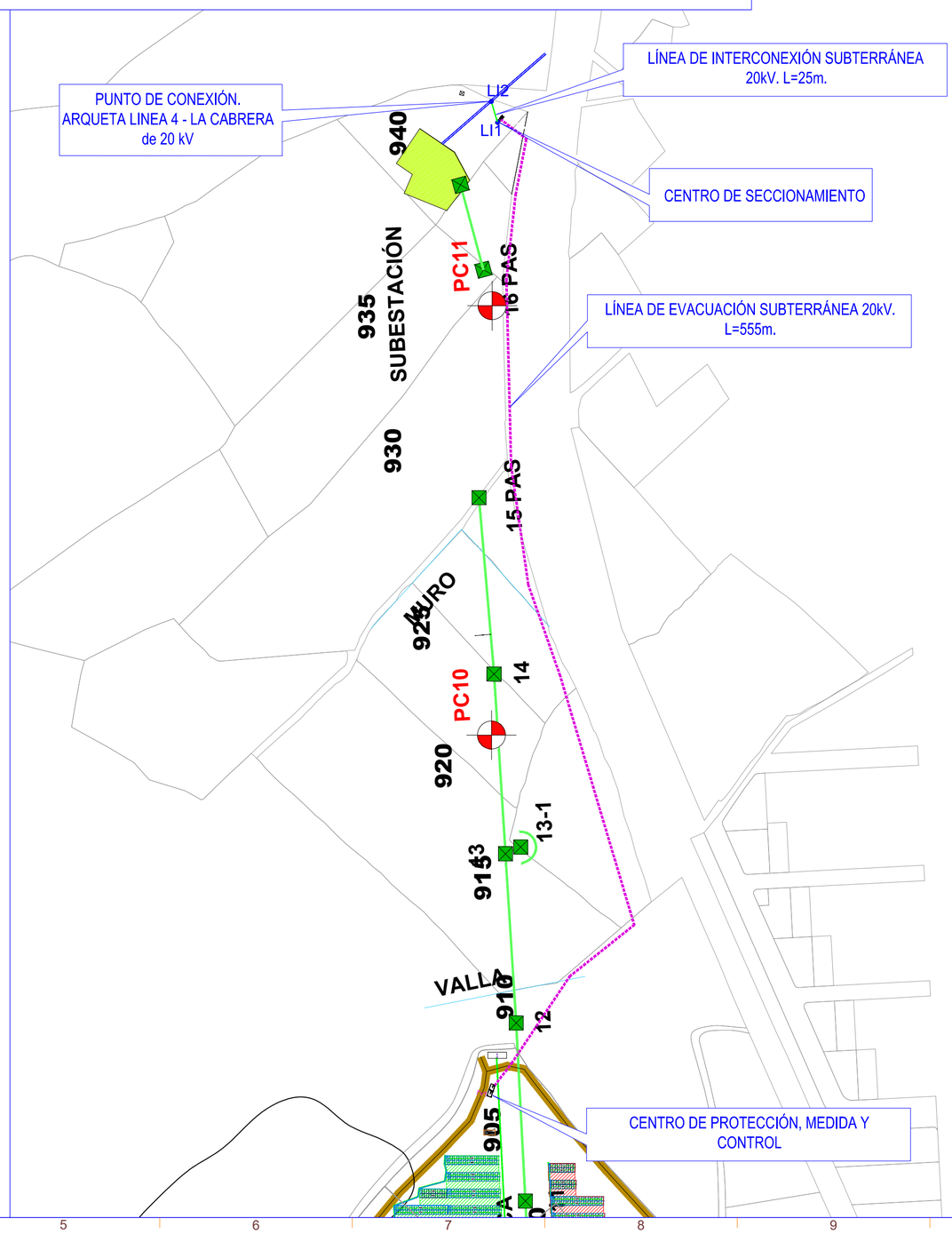
X = 447010,92659 Y = 4519028,4378

COORDENADAS. LÍNEA DE INTECONEXIÓN. UTM ETRS89 HUSO 30		
ESTE	NORTE	PTO
447038.38	4519015.52	LI1
447035.08	4519026.31	LI2

ESQUEMAS DE LA COMPAÑÍA ELÉCTRICAS SOBRE EL PUNTO DE CONEXIÓN CONCEDIDO:







LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta de Acceso
	Vallado
	Rack 2Vx24
	Rack 2Vx12
	Centro de Transformación + CPMC
	Centro de Protección y Control
	Weather station
	Linea Aérea Existente
	Vial de Acceso a Planta
	Linea de Evacuación
	Linea de Interconexión

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9.936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: INTERCONEXIÓN LAYOUT

Nº PLANO: 1500-EL

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	19.04.2022	R.M.P.

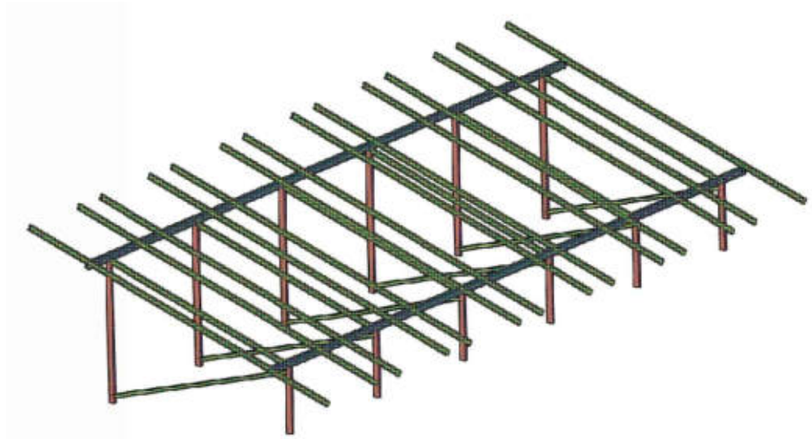
FASE PROYECTO:

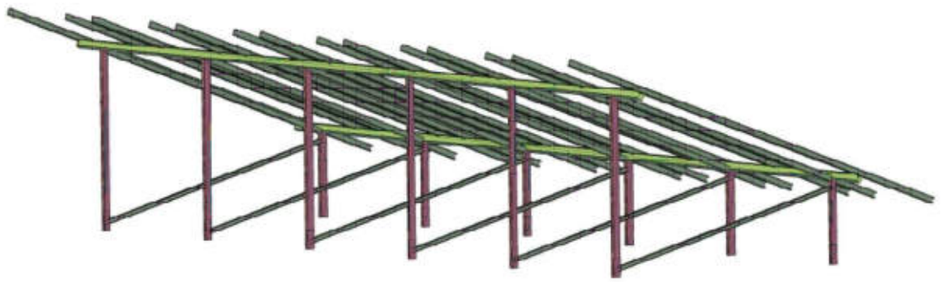
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

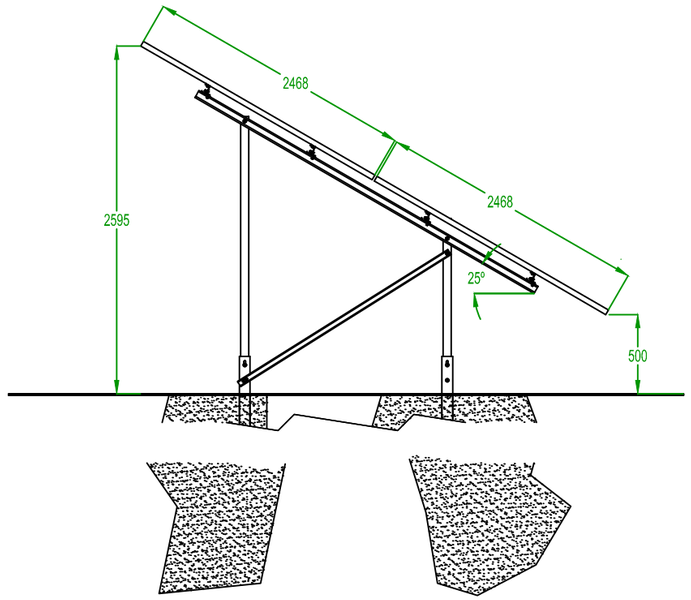
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO 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

SPA2021.65-CAL-1500-EL-DRW-00-INTERCONEXIÓN LAYOUT.DWG

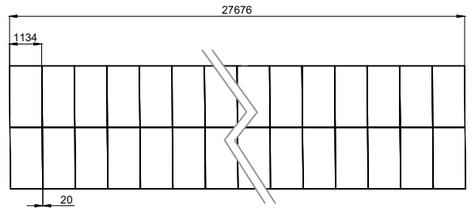
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE RENERIX SOLAR, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRA ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO





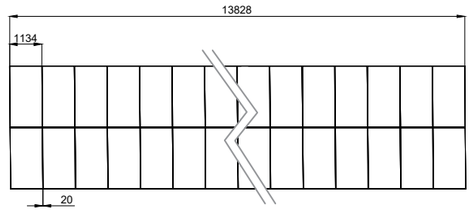


ESTRUCTURA 2Vx24
NÚMERO DE MÓDULOS POR ESTRUCTURA : 48 UDS.
NÚMERO TOTAL DE ESTRUCTURAS: 194 UDS.

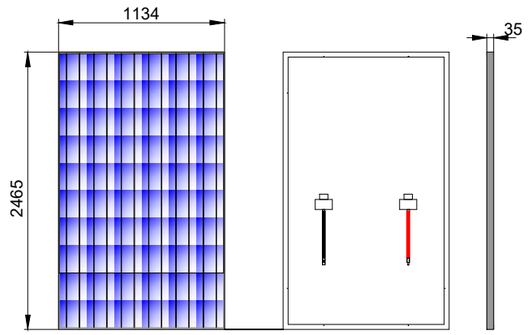


NOTA: Cotas en milímetros.

ESTRUCTURA 2Vx12
NÚMERO DE MÓDULOS POR ESTRUCTURA : 24 UDS.
NÚMERO TOTAL DE ESTRUCTURAS: 28 UDS.



NOTA: Cotas en milímetros.



NOTAS:
Se etiquetará el inicio y final de cada string.
La forma de denominar las instalaciones es:
Ix-Cyy-Szz donde x es el número del inversor, yy es la caja de nivel y zz el número de la serie o string.
Se utilizarán los conectores que empleen los módulos o compatibles.
Para evitar inducciones de rayos, el excedente de cable se recogerá en zig-zag, evitándose los bucles.
El cableado en circuitos exteriores de interconexión de módulos, serán aptos para intemperie y resistentes a la acción del sol.

Cable Solar 1500 Vdc +
Cable Solar 1500 Vdc -

CARACTERÍSTICAS MÓDULO FOTOVOLTAICO:	
Fabricante	JASOLAR
Modelo	JAM78D30 610/TB
Potencia máxima	610 Wp
Tensión en Pmax	45.94 V
Corriente en Pmax	13.28 A
Tensión en circuito abierto	55.05 V
Corriente de Cortocircuito	14.16 A
Eficiencia del módulo	21.8 %

*Standard test conditions (STC): 1000 W/m², AM1.5, 25ºC

NOTAS:

- Todos los cables situados bajo los módulos deberán estar protegidos del contacto involuntario con el personal/vehículos de mantenimiento que pasen por allí, colocando el cableado de strings debidamente conducido y fijado mediante bridas de poliamida resistentes a UV
- A fin de prevenir la inducción de rayos, el cableado debe realizarse en zig-zag evitando todo lo posible los bucles. Se debe tener cuidado de minimizar la exposición directa a la luz solar cuando los cables pasan entre los módulos.
- Se debe implementar un sistema de etiquetado de identificación/numeración/codificación para la identificación única de todos los cables. Las etiquetas deben ser permanentes, resistentes a la intemperie y a los rayos UV.

Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos

Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093
	Y: 4518269.3482
	H: 30

PROYECTO: PF CALERA
CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL
TITULO: ESTRUCTURA SOPORTE
Nº PLANO: 1510-ME
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:

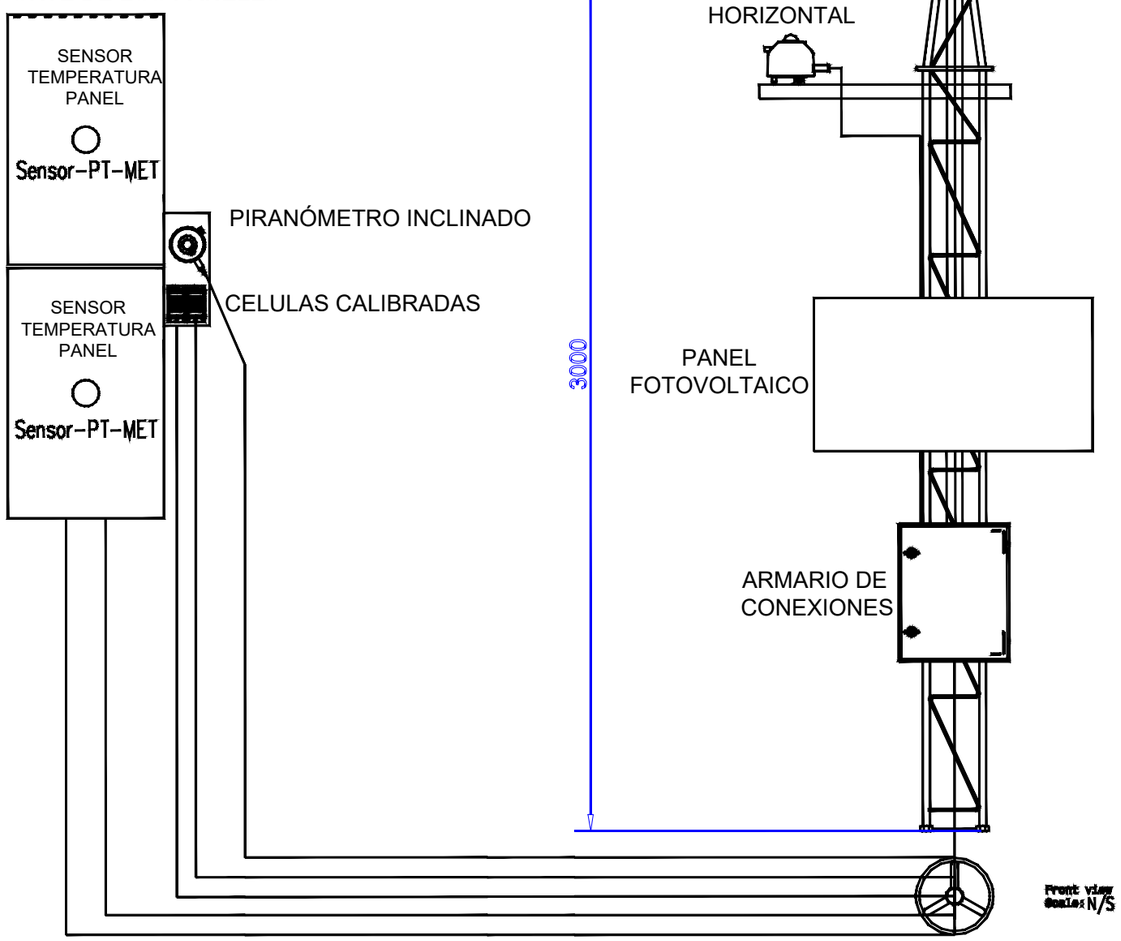
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	18.04.2022	D.C.C.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

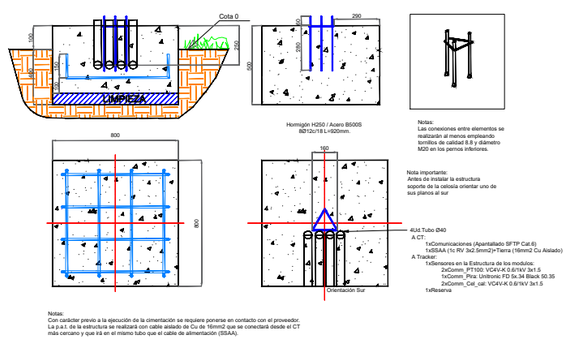
SPA2021.65-CAL-1510-ME-DRW-00-ESTRUCTURA SOPORTE.DWG

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

UBICADO EN ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES



Estación Meteorológica Completa	
TYPE OF SYSTEM:	WS-100
IEC 60364 /IEC 60216 / IEC 62548 / IEC 60529 / IEC 61643-11	
RATED VOLTAGES -TENSIONES ASIGNADAS -BEMESSUNGSSPANNUNGEN	230 VAC
RATED CURRENT -INTENSIDAD ASIGNADA -BEMESSUNGSSTROM	16A
WIRING DIAGRAM Nº -ESQUEMA DE CONEXIONADO -SCHALTPLÄN-Nr	WS0100-18/01468/01
NÚMERO UNIDADES	1



Potencia DC:	6.060,96 kWp
Potencia AC:	4.998,00 kW@40º
Inclinación :	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	JAM78D30 610/TB (610 Wp)
Cantidad:	9936
Instalación:	Estructura Fija 2Vx12 (44 Uds.) Estructura Fija 2Vx24 (185 Uds.)
Pitch:	8.6 m.
Inversor:	INGECON SUN 1675TL B645
Cantidad inversores:	3 (3x1666 kVA)
Strings:	414 strings x 24 módulos
Municipio:	Cabanillas de la Sierra
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 446911.2093 Y: 4518269.3482 H: 30

PROYECTO: PF CALERA

CLIENTE: BICURA INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Nº PLANO: 1610-IS

HOJA: 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	09.03.2022	J.M.T.

FASE PROYECTO:
☐ Desarrollo ☒ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

SPA2021.65-CAL-1610-IS-DRW-00-DETALLE DE LA ESTACION METEOROLÓGICA.DWG

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

PLIEGO DE CONDICIONES

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 PLIEGO DE CONDICIONES 5

1.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 5
1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS 5
1.3 MATERIALES 5
1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 6
1.5 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO 6
1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS 7
1.7 MODIFICACIONES 7
1.8 OBRA DEFECTUOSA 7
1.9 MEDIOS AUXILIARES 8
1.10 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS 8
1.11 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS 8
1.12 CONTRATACIÓN DE LAS EMPRESAS 8
1.13 FIANZA 9

2 CONDICIONES ECONÓMICAS 10

2.1 ABONO DE LA OBRA 10
2.2 PRECIOS 10
2.3 REVISIÓN DE PRECIOS 10
2.4 PENALIZACIONES 10
2.5 CONTRATO 10
2.6 RESPONSABILIDADES 11
2.7 RESCISIÓN DE CONTRATO 11
2.8 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO 12

3 CONDICIONES FACULTATIVAS 13

3.1 NORMAS A SEGUIR 13
3.2 PERSONAL 13

4 CONDICIONES TÉCNICAS 14

4.1 OBRA CIVIL 14
4.2 RECOGIDA Y LIMPIEZA DE LA ZONA 14
4.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS 14
4.4 CABLES DE TENSIÓN NOMINAL RV-K 0,6/1 KV 17
4.5 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN 18
4.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES 18
4.7 TUBOS Y CANALIZACIONES PROTECTORAS 18
4.8 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN 19
4.9 CUADROS ELÉCTRICOS 19
4.10 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA 20
4.11 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN 26
4.12 TRANSFORMADORES DE POTENCIA 27
4.13 INVERSOR 28

4.14 RED DE TIERRAS 29
4.15 PUESTA EN SERVICIO 29
4.16 SEPARACIÓN DE SERVICIO 30
4.17 MANTENIMIENTO 30
4.18 ENSAYOS 30

5 CABLES DE MEDIA TENSIÓN 32

5.1 PRUEBAS Y ENSAYOS 32
5.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO 33
5.3 MATERIALES 51

6 SISTEMA DE CONTROL 52

6.1 EQUIPAMIENTO EN EL PUESTO CENTRAL DE CONTROL: 52
6.2 EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA PERIMETRAL 52
6.3 MEDIO FÍSICO DE LOS ENLACES DE COMUNICACIONES Y SEÑALES: 53

7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN 54

1 PLIEGO DE CONDICIONES

1.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa para fuerza, suministro, acometida, alumbrado y tierra.

El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán, además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

1.3 MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentara al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

COMIENZO:

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

PLAZO DE EJECUCIÓN:

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

LIBRO DE ÓRDENES:

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

1.5 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de ésta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará sobre la base de los datos o criterios de medición aportados por éste.

1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

1.7 MODIFICACIONES

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo, con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

1.8 OBRA DEFECTUOSA

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, este fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

1.9 MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigente y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

1.10 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

1.11 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

RECEPCIÓN PROVISIONAL:

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

PLAZO DE GARANTÍA:

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

RECEPCIÓN DEFINITIVA:

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

1.12 CONTRATACIÓN DE LAS EMPRESAS

Modo de contratación: El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por selección del mejor presupuesto.

Selección: La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo entre el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

1.13 FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o, se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

2 CONDICIONES ECONÓMICAS

2.1 ABONO DE LA OBRA

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

2.2 PRECIOS

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

2.3 REVISIÓN DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

2.4 PENALIZACIONES

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

2.5 CONTRATO

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra

proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

2.6 RESPONSABILIDADES

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

2.7 RESCISIÓN DE CONTRATO

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

Primero: Muerte o incapacitación del Contratista.

Segunda: La quiebra del contratista.

Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.

Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.

Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.

Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.

Séptima: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.

Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.

Décima: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

Decimoprimero: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

2.8 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

3 CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1 NORMAS A SEGUIR

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

1.- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.

2.- Normas UNE.

3.- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).

4.- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

5.- Normas de la Compañía Suministradora.

6.- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

7.- Plan general y ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

8.- Resto de normativa indicada en la Memoria.

3.2 PERSONAL

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

4 CONDICIONES TÉCNICAS

Este pliego de Condiciones Técnicas Generales alcanza el conjunto de características que deberán cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de colocación en obra y las que deberán regir en la ejecución de cualquier tipo de instalación y de obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación, no incluida en este Pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

4.1 OBRA CIVIL

Materiales básicos

Todos los materiales básicos que se utilizarán durante la ejecución de las obras, serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones que se exigen en las Normes y Reglamentos de la legislación vigente.

4.2 RECOGIDA Y LIMPIEZA DE LA ZONA

Definición:

Se define como la limpieza y retirada de material de la zona, el trabajo consiste en extraer y retirar, de las zonas designadas, todos los materiales, objetos, o cualquier otro material no deseable para poder empezar la ejecución de la obra y al finalizarla.

Todo esto se realizará de acuerdo con las especificaciones y con los datos que, sobre el particular, incluyen los correspondientes documentos del Proyecto.

Ejecución de las obras:

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a las obras.

Los materiales no combustibles serán retirados por el Contratista de la manera y en los lugares que se establezca el facultativo encargado de las obras.

4.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS

Generalidades

El contratista será el responsable del suministro de los equipos, elementos eléctricos. La mínima protección será IP54, según DIN 40050, garantizándose una protección contra depósitos nocivos de polvo y salpicaduras de agua; garantía de protección contra derivaciones.

Se preverán prensaestopas de aireación en las partes inferiores de los armarios. En los armarios grandes, en la parte inferior y superior, para garantizar mejor la circulación del aire.

Así mismo no se dejará subir la temperatura en la zona de los cuadros eléctricos y de instrumentación por encima de los 35ºC por lo que el contratista deberá estudiar dicha condición y los medios indicados en el proyecto, ventilación forzada y termostato ambiental, para que si no los considera suficiente prevea acondicionamiento de aire por refrigeración, integrada en los cuadros o ambiental para la zona donde están situados.

Así pues, todos los armarios incorporarán además como elementos auxiliares propios, los siguientes accesorios:

Ventilación forzada e independiente del exterior. Resistencia de calentamiento. Refrigeración, en caso de que se requiera.
Dispositivo químico-pasivo de absorción de la humedad. Iluminación interior.
Seguridad de intrusismo y vandalismo. Accesibilidad a todos sus módulos y elementos.
Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello, se aplicará la clasificación 721-2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc. según norma IEC 721.

Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación se deberá calcular y conocer:

La intensidad de empleo en función del coste. Fin, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos. De éste último se fijará un factor, y éste se expresará en la oferta.

La intensidad del cortocircuito.
El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la ICC (intensidad de cortocircuito) del punto en el cual está instalado.

La coordinación del dispositivo de protección con el aparellaje situado aguas abajo.

La selectividad a considerar en cada caso, con otros dispositivos de protección situados aguas arriba.

Se determinará la sección de fases y la sección de neutro en función de protegerlos contra sobrecargas, verificándose:

La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo, previamente calculada.

La caída de tensión en el punto más desfavorable de la instalación será inferior a la caída de tensión permitida, considerados los casos más desfavorables, como por ejemplo tener todos los equipos en marcha con las condiciones ambientales extremas.

Las secciones de los cables de alimentación general y particular tendrán en cuenta los consumos de las futuras ampliaciones.

Se verificará la relación de seguridad (Vc / VL), tensión de contacto menor o igual a la tensión límite permitida según los locales ITCBT24, protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se hará, preferentemente, con interruptores automáticos de alto poder de cortocircuito, con un poder de corte aproximado de 50 kA, y tiempo de corte inferior a 10 ms. Cuando se prevean intensidades de cortocircuito superiores a las 50 kA, se colocarán limitadores de poder de corte mayor que 100 kA y tiempo de corte inferior a 5 ms.

Así mismo poseerán bloques de contactos auxiliares que discriminen y señalicen el disparo por cortocircuito, del térmico, así como posiciones del mando manual.
Idéntica posibilidad de rearme a distancia tendrán los detectores de defecto a tierra.

Las curvas de disparo magnético de los disyuntores, L-V-D, se adaptarán a las distintas protecciones de los receptores.

Cuando se empleen fusibles como limitadores de corriente, éstos se adaptarán a las distintas clases de receptores, empleándose para ello los más adecuados, ya sean aM, gF, gL o gT, según la norma UNE 21-103.

Todos los relés auxiliares serán del tipo enchufable en base tipo undecal, de tres contactos inversores, equipados con contactos de potencia, (10 A para carga resistiva, cos. fi=1), aprobados por UL.

La protección contra choque eléctrico será prevista, y se cumplirá con las normas UNE 20383 y ITCBT24.

La determinación de la corriente admisible en las canalizaciones y su emplazamiento será, como mínimo, según lo establecido en ITCBT06. La corriente de las canalizaciones será 1,5 veces la corriente admisible.

Las caídas de tensión máximas autorizadas serán según ITCBT19, siendo el máximo, en el punto más desfavorable, del 3% en iluminación y del 5% en fuerza. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente, en las condiciones atmosféricas más desfavorables.

Los conductores eléctricos usarán los colores distintivos según normas UNE, y serán etiquetados y numerados para facilitar su fácil localización e interpretación en los planos y en la instalación. El sistema de instalación será según la instrucción ITCBT20 y otras por interiores y receptores, teniendo en cuenta las características especiales de los locales y tipo de industria.

El contratista debe detallar en su oferta todos los elementos y equipos eléctricos ofrecidos, indicando nombre de fabricante.

Además de las especificaciones requeridas y ofrecidas, se debe incluir en la oferta:

a) Memorando de cálculos de carga, de iluminación, de tierra, protecciones y otros que ayuden a clasificar La calidad de las instalaciones ofertadas.

b) Diseños preliminares y planos de los sistemas ofertados. En planos se empleará simbología normalizada S/UNE 20.004 Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de borneros de salida y entrada y en general todos los elementos y medios posibles de forma que facilite el mantenimiento de las instalaciones.

4.4 CABLES DE TENSIÓN NOMINAL RV-K 0,6/1 KV

Los cables RV 0,6/1KV se regirán por las normas UNE 21.123-2.

Los conductores deberán estar constituidos según la norma UNE 21.022 y serán salvo que se exprese lo contrario de cobre recocido. Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011, así como las normas sobre la no propagación de la llama: UNE-EN 50625-2-1, IEC 60332-1, NFC 32070- C2 y de no propagación del incendio UNE 50266-2-4,IEC 60332-3 Y IEEE 383.

Los aislamientos serán de una mezcla de polietileno reticulado del tipo XLPE según designación de la norma UNE 21.123.

Las cubiertas serán de una mezcla de PVC del tipo ST2 según designación de la misma norma.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión y fundas termorrectráctiles. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornas de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor sobresalga de la borna o terminal.

Las derivaciones se realizarán siempre mediante bornas o kits. No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor sobre todo.

Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no se perjudique a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.

Cuando por las características del tendido sea preciso instalarlos en línea curva, el radio de curvatura será como mínimo el siguiente:

Diámetro exterior < 25 mm 4 veces el diámetro Diámetro exterior 25 a 50 mm. 5 veces el diámetro Diámetro exterior > 50 mm 6 veces el diámetro

Cuando en una bandeja o patinillo se agrupen varios cables, cada uno irá identificado mediante un rótulo en que se exprese su código de identificación que necesariamente deberá coincidir con el que aparezca en los documentos del Proyecto. El rótulo será en letras y/o números indelebles e irá en un tarjetero firmemente sujeto al cable, cada 3 metros y en todas las cajas de derivación o empalme.

4.5 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la instrucción ITC-BT-19.

4.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores serán de cobre electrostático, de conductividad 56 Ohm/mm2, con doble capa de aislamiento, siendo su tensión nominal de 1000 V para los conductores instalados en canalización subterránea y por canaleta homologados según las Normas UNE de la instrucción ITC-BT-02.

Para la identificación de los conductores se seguirá lo dispuesto en la instrucción ITC- BT-19, utilizándose los siguientes colores.

- Fases: negro, marrón o gris.
- Neutro: azul claro.
- Conductor de protección: amarillo-verde (bicolor).

4.7 TUBOS Y CANALIZACIONES PROTECTORAS

Los tubos protectores cumplirán con la Instrucción ITC-BT-21.

4.8 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

Todos serán construidos de acuerdo con la norma UNE-EN 60.439.1, CEI 695.2, CEI 529 y CEI 144. Estarán construidos con chapa de acero de 10 mm de espesor como mínimo, salvo que se exprese lo contrario. El tratamiento a que se someterá la chapa será el siguiente: limpieza, preparación y acabado. La limpieza incluirá una fase inicial de lijado con lija de hierro y estropajo de aluminio y una segunda fase de desecado de grasa mediante la aplicación de disolvente celulósico a las superficies externas e internas.

La preparación de la superficie incluirá una primera fase de fosfatado con finalidad anticorrosiva, una segunda fase de emplastecido para cubrir las irregularidades, arañazos o pequeñas magulladuras de la chapa, una tercera fase de lijado para igualar la superficie emplasticida y finalmente una cuarta fase de impregnación con tres manos de cromato de cinc.

El acabado incluirá las operaciones de pintado y limpieza final.

El pintado constará de dos etapas, una de pintura intermedia y otra final, ambas con un esmalte de secado al horno del color que estipule la Dirección Técnica. Salvo que se exprese lo contrario, el grado de protección será IP 45.

Estarán cerrados por todas sus cargas excepto cuando se trate de grandes armarios apoyados sobre bancada y los cables de entrada y salida acudan al cuadro a través de la misma. Serán registrables mediante puerta.

4.9 CUADROS ELÉCTRICOS

En los cuadros eléctricos se incluirán pulsadores frontales de marcha y parada, con señalización del estado de cada aparato (funcionamiento y avería).

El concursante razonará el tipo elegido, indicando las siguientes características:

Estructura de los cuadros, con dimensiones, materiales empleados (perfiles, chapas, etc.), con sus secciones o espesores, protección antioxidante, pinturas, etc.

Compartimentos en que se dividen.

Elementos que se alojan en los cuadros (embarrados, aisladores, etc.), detallando los mismos.

Interruptores automáticos.

Salida de cables, relés de protección, aparatos de medida y elementos auxiliares. Protecciones que, como mínimo, serán:

Mínima tensión, en el interruptor general automático.

Sobrecarga en cada receptor. Cortocircuitos en cada receptor.
Defecto a tierra, en cada receptor superior a 10 CV. En menores reagrupados en conjunto de máximo 4 elementos. Estos elementos deben ser funcionalmente semejantes.

Se proyectarán y razonarán los enclavamientos en los cuadros, destinados a evitar falsas maniobras y para protección contra accidentes del personal, así como en el sistema de puesta a tierra del conjunto de las cabinas.

La distribución del cuadro será de tal forma que la alimentación sea la celda central y a ambos lados se vayan situando las celdas o salidas cuando sea necesario.
En las tapas frontales se incluirá un sinóptico con el esquema unipolar plastificado incluyendo los aparatos de indicación, marcha, protección y título de cada elemento con letreros también plastificados.

Se indicarán los fabricantes de cada uno de los elementos que componen los cuadros y el tipo de los mismos.

Características:

Fabricante: A determinar por el contratista. Tensión nominal de empleo: 380 V.
Tensión nominal de aislamiento: 750 V.

Tensión de ensayo: 2.500 V durante 1 segundo.

Intensidades nominales en el embarrado horizontal: 500, 800, 1.000, 1.250, 2.500 amperios.

Resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuitos: 50 kA. Protección contra agentes exteriores: IP-54, según IEC, UNE, UTE y DIN. Dimensiones: varias, con longitud máxima de 2000 mm.

4.10 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.

- Cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Protección contra sobrecargas

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

Para la protección del conductor neutro o compensador se tendrá en cuenta:

- Cuando el conductor neutro o compensador del circuito tenga una sección inferior a los conductores de fase o polares, y pueda preverse en él sobrecargas que no hagan actuar los dispositivos de protección destinados exclusivamente a aquellos, se colocará un dispositivo de protección general que disponga de un elemento que controle la corriente en el conductor neutro o compensador, de forma que haga actuar el mismo cuando la sobrecarga en este conductor pueda considerarse excesiva.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

En los demás casos, se admite que la protección del conductor neutro o compensador esta convenientemente asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Protección contra cortocircuitos.
En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de

funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Situación de los dispositivos de protección

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No obstante, no exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente. Esta prescripción no será aplicable a los circuitos destinados a la alimentación de locales mojados o que presenten riesgos de incendio o explosión.

Características de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles eran colocados sobre material aislante incombustible y estarán construidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.

Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las

características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Cuadros de distribución

En el origen de toda instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará un cuadro de distribución en el que se dispondrán un interruptor general de corte omnipolar, así como los dispositivos que parten de dicho cuadro. El cuadro estará construido con materiales adecuados no inflamables.

Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Cuando sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, las instalaciones deberán estar protegidas mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquéllas.

En las redes con conductor neutro puesto a tierra, los descargadores deberán conectarse entre cada uno de los conductores de fase o polares y una toma de tierra unida al conductor neutro.
En las redes con neutro no puesto directamente a tierra, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador, y tierra.

En general, las instalaciones en las que sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, se establecerán de forma que quede suficiente separación entre las canalizaciones eléctricas, tanto en el interior como en el exterior de los edificios, en relación con las partes o elementos metálicos unidos a tierra.

La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada. La resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

Puestas a tierra

Las puestas a tierra de la instalación, cuando sean necesarias, se establecerán según se indica en la Instrucción ITC-BT-18.

Protección contra contactos directos

Para considerar satisfecha en las instalaciones, la protección contra los contactos directos, se tomará una de las medidas siguientes:

a) Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la

manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Se considerará zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona pueda estar situada, está a una distancia límite de 2,50 metros hacia arriba, 1,00 metros lateralmente y 1,00 metros hacia abajo.

b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.

c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del corriente cuerpo humano será considerada como de 2.500 ohmios. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

Protección contra contactos indirectos

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas de protección, se tendrá en cuenta:

d) Instalaciones con tensiones de hasta 250 voltios con relación a tierra:
- En general, con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.

Con tensiones superiores a 50 voltios es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre;: en locales con suelo conductor, como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos; en cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor; en salas clínicas y, en general, en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor quepa

la posibilidad de tocar simultánea e involuntariamente elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.

e) Instalaciones con tensiones superiores a 250 voltios con relación a tierra:

En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, particularidades del lugar, etc., de que se trate.

Las medidas de protección contra los contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A

Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Los sistemas de protección de la Clase A, son los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales. Clase B

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección de la Clase B, son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sino de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación.

4.11 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumergimiento del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Las celdas serán con corte y aislamiento en SF6 y cumplirán con la norma IEC 62.271-200.

Las características generales de los equipos de los centros serán:

Servicio	Interior (bajo envolvente)
Tensión de servicio	20kV
Tensión nominal de aislamiento	24kV
Embarrado	Simple
Intensidad nominal de embarrado	400 A
Corriente de cortocircuito trifásico simétrica 1 s	16 kA

Estarán construidas a base de chapa de acero de alta calidad, plegada, formando un conjunto mecánicamente resistente frente a los esfuerzos originados por las vibraciones normales de operación y por posibles esfuerzos electrodinámicos.

Estas celdas son de tipo encapsulado metálico, aislamiento en SF6, para instalación interior. Las características constructivas de cada celda son análogas, variando únicamente el aparellaje instalado en cada una de ellas de acuerdo con las necesidades para cada tipo de servicio.

Deberán estar diseñadas para soportar, sin deformación, los efectos de un cortocircuito en el interior de la celda.

Con el fin de impedir maniobras prohibidas, las celdas dispondrán, entre otros sistemas de seguridad, de los correspondientes enclavamientos mecánicos.

Las celdas deberán someterse como mínimo a los siguientes ensayos:

- Operación mecánica sin tensión en el circuito principal.
- Operación mecánica de los elementos móviles y enclavamientos.
- Pruebas de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación del cableado conforme a los esquemas eléctricos.
- Ensayo a frecuencia industrial del circuito principal.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control
- Ensayo a onda de choque.
- Verificación del grado de protección.

4.12 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador o transformadores instalados serán trifásicos, sin neutro en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes o se instalarán a la intemperie. En cualquier caso, irán equipados con fosos de recogida de aceite con capacidad para albergar, al menos, el volumen de aceite del transformador.

En cada centro de transformación se instalará uno o dos transformadores trifásicos en aceite, de llenado integral (ONAN) según la norma UNE 60076, según sea simple o doble.

Sus características principales serán:

- Potencia 1.800kVA
- Impedancia de cortocircuito 6 %
- Normas IEC 60076
- Frecuencia 50 Hz
- Relación de transformación 645V/20kV±2x2.5%.
- Tensión del secundario 645V
- Tensiones de ensayo aplicada, 50 Hz, 70 kV (eff)
- Impulso 1,2/50 µs 170kV (pic)
- Grupo de conexión Dy 11

Dispondrán de una placa de identificación, donde se indique el nombre del fabricante, tipo de transformador, número de serie, potencia y frecuencias nominales, tensiones y peso.

Estos transformadores serán sometidos como mínimo a los siguientes ensayos, de acuerdo con las normas UNE-EN 60076:

- Medición de la resistencia de los arrollamientos.
- Determinación de la relación de transformación y control de grupo de conexión.
- Determinación tensión cortocircuito.
- Determinación pérdidas en carga.
- Determinación pérdidas y corriente en vacío.
- Ensayo de tensión aplicada.
- Ensayo de tensión inducida.
- Ensayo de onda de choque.
- Medida de nivel de ruido.
- Verificación de sistemas de protección.

4.13 INVERSOR

El inversor es el elemento encargado de realizar las siguientes funciones:

- Transformar la corriente continua en alterna
- Conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltáico
- Realizar acoplamientos de red
- Protección (tensión fuera de rango, frecuencia inadecuada, cortocircuitos, baja potencia de paneles fotovoltáicos, sobretensiones, etc…)

El inversor emplea la técnica de seguimiento del punto de máxima potencia del panel (MPPT), que permite obtener la máxima eficiencia posible del generador fotovoltáico en cualquier circunstancia de funcionamiento.

El equipo permite el funcionamiento tanto en modo automático como en modo manual. En modo automático se realiza constantemente el seguimineto del punto de máxima potencia del panel. En modo manual es el usuario el que determina el punto de trabajo del panel, en el cual el sistema trabajará de forma constante.

La forma de onda de la corriente inyectada a la red eléctrica convencional es idéntica a la de la tensión de salida, con un factor de potencia unitario en cualquier condición de funcionamiento.

El inversor será adecuado para instalación intemperie, nivel de protección mínimo IP54, y su integridad y buen funcionamiento garantizado para toda la vida de la instalación fotovoltaica.

4.14 RED DE TIERRAS

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, etc., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el reglamento de B.T.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.
Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc.

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos.

La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotérmica sistema CADWELL o similar.

4.15 PUESTA EN SERVICIO

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si los hubiere. A continuación, se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

4.16 SEPARACIÓN DE SERVICIO

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

4.17 MANTENIMIENTO

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM de ORMAZABAL o similar, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

4.18 ENSAYOS

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista deberá de realizar los ensayos adecuados para probar, a la total satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos, y cableados han estado instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en informes indicando la fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como la categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia del aislamiento entre fases y entre fase y tierra, que se realizará de la forma siguiente:

Alimentación a los cuadros. Con el receptor desconectado medir la resistencia de aislamiento desde el lado de la salida de los arrancadores.
Maniobra de los equipos de interconexión. Con los cables conectados a las estaciones de maniobra y a los dispositivos de protección y mando medirla resistencia de aislamiento entre fases y tierra. Alumbrado y fuerza. Medir la resistencia de aislamiento de todos los aparatos que han estado conectados.

Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y de sus conexiones y se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.

Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico para comprobar el funcionamiento adecuado, haciéndolas activar simulando condiciones anormales.

Se comprobarán los cargadores de baterías para comprobar su funcionamiento correcto de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

5 CABLES DE MEDIA TENSIÓN

Para la interconexión en 20kV entre los centros de transformación y su cabina de protección se empleará cable unipolar, de aluminio, apantallado con trama de hilos de cobre, de sección total 16 mm^2. El material de aislamiento será polietileno reticulado (XLPE) para un nivel de aislamiento de 12/20kV. La cubierta exterior de los conductores será de poliolefina termoplástica, designación Z1. Deberá llevar grabada, de forma indeleble cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las normas.

Las pantallas de cada grupo trifásico se unirán entre sí y se conectarán a tierra conjuntamente en un solo extremo, utilizando para ello la barra de tierra de la cabina de media tensión correspondiente.

Todos los recorridos de cables de media tensión discurrirán directamente enterrados o bajo tubo.

Para la ejecución de empalmes, aunque deben tratar de evitarse al máximo, se podrá utilizar un empalme retráctil en frío. Estarán constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento será reconstruido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstrucción de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales retráctiles en frío.

5.1 PRUEBAS Y ENSAYOS

El fabricante facilitará un acta de pruebas realizado por entidad colaboradora y someterá a los cables a los siguientes ensayos:

a) Prueba de tensión a frecuencia industrial
b) Medida de la resistencia eléctrica de los conductores
c) Ensayo de descargas parciales
d) Verificación de las características geométricas
e) Medida de la resistencia de aislamiento a temperatura ambiente

El contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos:

a) Medida de resistencia de aislamiento (en bobina)
b) Medida de resistencia de aislamiento (montado)
c) Prueba de continuidad
d) Prueba de conexionado

5.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

La ejecución de los trabajos corresponderá a las empresas instaladoras autorizadas de la categoría LAT1, según lo establecido en la ITC-LAT 03.

TRAZADO

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en 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 o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Los trazados por zonas rurales que no discurran por vías públicas o paralelos a ellas se señalizarán mediante la instalación de hitos prefabricados de hormigón, que se colocarán cada 50 metros en los tramos rectos y en todos los cruces y cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se contactará con las empresas de servicio público y con las posibles propietarias de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocidas, antes de proceder a la apertura de las zanjas, el contratista abrirá calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el 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.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva, este será de 15 D, siendo D el diámetro exterior del cable.

APERTURA DE ZANJAS

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Para reducir el coste de reposición del pavimento en lo posible, la zanja se puede excavar con intervalos de 2 a 3 m alternados, y entre cada dos intervalos de zanja se práctica una mina o galería por la que se pase el cable.

Las dimensiones y número de tubos de las zanjas con cables entubados serán las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1

Canalización	Ancho (cm.)	Profundidad (cm.)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
A BORDE DE LA CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
	60	---	---	---	8+1R*

*Donde R significa tubo de reserva

Para cables directamente enterrados en zanjas las dimensiones y numero de ternas serán las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2

Profundidad (cm.)	Ancho (cm)	Número de ternas
80	40	1
	60	2

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

En el caso de que ninguna de las ternas vaya entubada, la separación entre dos líneas de cables será como mínimo de 25 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

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 las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia.

CANALIZACIÓN

Los cruces de vías (calzadas) públicas o privadas se realizarán con tubos normalizados ajustándose a las siguientes condiciones:

a) Se colocará en posición horizontal y recta; estarán hormigonados en toda su longitud.

b) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.

c) En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con espuma de polietileno expandido.

e) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

f) Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.

g) Se debe evitar posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

Los cables aislados subterráneos de Media Tensión podrán canalizarse de las siguientes formas:

Cables entubados en zanjas

Deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización, utilizándose principalmente en:

- Canalización a borde de calzada, cruce de vías (calzadas) públicas y privadas, paso de carruajes y bajo acera.

- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.

- Sectores urbanos donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.

- En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubular de como mínimo de 2 m.

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J. Dichos tubos irán siempre acompañados de un tubo de polietileno de alta densidad de color verde de 125 mm de diámetro para la posible instalación de cables de telecomunicaciones según la Norma UNE-EN 50086-2-4.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación, se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que el tubo verde de comunicaciones irá situado por encima a 4 cm aproximadamente.

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 en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor. A continuación, se colocará el tubo verde de comunicaciones a 4 cm de la parte superior del tubo asegurando que este quede cubierto con una capa de cómo mínimo 4 cm de hormigón.

Para hacer frente a los movimientos derivados de los ciclos térmicos del cable, es conveniente inmovilizarlo dentro de los tubos mediante la inyección de unas mezclas o

aglomerados especiales que, cumpliendo esta misión, puedan eliminarse, en caso necesario, con chorro de agua ligera a presión.

No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra con las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%.

Al construir la canalización con tubos (tanto para los cables como para comunicaciones), se dejarán unas guías en el interior que faciliten posteriormente el tendido de los cables.

Cables directamente enterrados en zanjas

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 la función de protección de los cables y posible instalación de cables de telecomunicaciones.

Se colocará un tritubo para el caso de una terna y dos para el caso de dos ternas directamente enterradas.

Se dejarán tres guías en el tritubo para la canalización de los cables de telecomunicaciones.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

A continuación se realizará el compactado mecánico, para conseguir un próctor del 95%.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

En todo momento la profundidad mínima de la terna más próxima a la superficie del suelo será de 60 cm, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos, en cuyo caso los cables irán entubados. Los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Cables al aire, alojados en galerías visitables

Este tipo de canalización se evitará en lo posible, utilizándose únicamente en el caso en que el número de conducciones sea tal que justifique la realización de galerías; o en los casos especiales en que no se puedan utilizar las canalizaciones anteriores.

Cuando la canalización se realice a lo largo de galerías, se tenderá preferentemente cable no propagador de incendio RHZ1-2OL(AS) 12/20kV. En el primer tramo interior de salida de subestación, el cable será preferentemente no propagador de la llama RHZ1-2OL(S) 12/20kV. Ambos de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

Limitación de servicios existentes

No se instalarán cables eléctricos en galerías donde existan conducciones de gases 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 en 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. En los puntos singulares, entronques, pasos especiales, accesos de personal, etc., se estudiarán tanto el correcto paso de canalizaciones como la seguridad de circulación de las personas.

Los accesos a la galería quedarán cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida del personal que esté en su interior. Deberán disponerse de accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueve a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y así, 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.

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 metros

Cuando la longitud de la galería visitable sea superior a 400 m, además de los requisitos anteriores, 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, tabiques de

sectorización contra incendios (RF 120) con puertas cortafuegos (RF 90) cada 1.000 m como máximo.

Disposición e identificación de los cables

En la medida de lo posible, se dispondrán los cables de distintos servicios y propietarios sobre soportes diferentes y se mantendrá entre ellos distancias tales que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio se procurará agrupar los cables por niveles de tensión (por ejemplo, agrupando los cables de MT en el lado opuesto de los de AT).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas de los cables en las galerías se harán de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes ni la instalación de nuevos cables.

Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la propiedad de la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

Sujeción de los cables

Los cables deberán ir fijados a las paredes de la galería mediante soportes tipo ménsula ó palomillas y asegurados con bridas de manera que los esfuerzos térmicos y termodinámicos debidos a las distintas condiciones que pueden presentarse durante la explotación de la Red, no puedan moverlos o deformarlos. Asimismo, los circuitos de cables dispondrán de sujeciones que mantengan juntas entre sí las tres fases.

Equipotencialidad de masas metálicas accesibles

Todos los elementos para sujeción de los cables (soportes tipo ménsula, palomillas, 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.

PUNTOS DE ACCESO

Se emplearán los puntos de acceso en zonas urbanas, donde frecuentemente se producen coincidencias de varias líneas en la misma canalización y existen otros servicios próximos.

Los puntos de acceso se construirán de obra civil o prefabricado de hormigón de acuerdo con los planos del documento nº 4 (Planos).

Se colocarán puntos de acceso en todos los empalmes de la red, para facilitar así su reparación en caso de avería.

En los puntos de acceso 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 espuma de polietileno expandido de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en el punto de acceso será la que permita el máximo radio de curvatura.

Los puntos de acceso serán sin fondo para que la base sea totalmente permeable y tendrán un pre-roto que llegue hasta la base de los puntos de acceso para poder ser adaptado a canalizaciones existentes. Se rellenarán con arena hasta cubrir como mínimo el cable. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

Los puntos de acceso serán registrables. Deberán tener tapas metálicas de fundición provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. Permitiendo acceso a personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se colocarán tan elevados respecto al tubo, como lo permita el diámetro del cable, a fin de evitar el máximo rozamiento contra él.

Los puntos de acceso, una vez abiertos, tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en los accesos recién abiertos, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abiertos, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.

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 deben estar 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 normalizado.

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 oro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

Canalizaciones de gas

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 3.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Tabla 3

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior(*)	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

a) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables se instalarán separados de las conducción de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las conducciones de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por oro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

CRUZAMIENTOS CON VIAS DE COMUNICACIÓN

Calzadas (Calles y carreteras)

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos serán normalizados según el apartado 2.3.1 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

Ferrocarriles

En los cruzamientos con ferrocarriles, los cables deberán ir entubados y la parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa, rebasando las vías férreas en 1,5 m por cada extremo. Los tubos serán normalizados según apartado 2.3.1 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril y perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, calzadas con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

CRUZAMIENTOS CON OTROS SERVICIOS

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de MT discurran por debajo de los de BT.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de MT y los de telecomunicación será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable MT como del cable de telecomunicación será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalizaciones de agua

En los cruzamientos de cables con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalizaciones de gas

En los cruces de cables con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 4. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Tabla 4

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha

quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

a) Conducción de alcantarillado bajo tubo

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados los cuales distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

ACOMETIDAS

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzca en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

Las bobinas serán de madera y deberán ajustarse a la Norma UNE 21167-1. En todas las bobinas, el cable deberá ir debidamente protegido. Se prohíbe el uso para ello de duelas de madera. El sistema a utilizar para asegurar la adecuada protección del cable debe ser previamente autorizado por la dirección facultativa.

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.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de la bobina, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cables, 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. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

TENDIDO DE CABLES

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido. El radio de curvatura una vez instalado será de 15D, siendo D el diámetro exterior del cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable.

Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos

contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. Siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una el cable. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicho cable, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando no haya obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de 10 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En el caso de canalización entubada el lecho de arena será de 4 cm.

Si el cable se instalara directamente enterrado, no se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena, sobre ella irá siempre un tritubo de polietileno de alta densidad de 40 mm de diámetro cubriendo la proyección del cable.

En el caso de cables entubados, el tubo verde de 125 mm para comunicaciones, deberá colocarse de manera que quede lo más desplazado a uno de los lados de la zanja, para facilitar las tareas de mantenimiento y el acceso a los cables en los puntos de acceso.

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 que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Nunca se pasarán dos circuitos trifásicos por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable los tubos se obturarán en los extremos con espuma de poliuretano expandida e igualmente se aplicará la obturación a los tubos de reserva.

En el caso de utilizar otra tecnología de tendido, esta deberá ser expresamente aprobada.

PROTECCION MECÁNICA

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará un tritubo de polietileno de alta densidad verde de 40 mm de diámetro a lo largo de la longitud de la canalización, cuando ésta no esté entubada.

SEÑALIZACION

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 y 10 cm al suelo en el caso de los cables directamente enterrados. 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.

CIERRE DE ZANJAS

Una vez colocadas al cable las protecciones y señalizaciones indicadas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%. Procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos autorizados de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

REPOSICION 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 por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

PUESTA A TIERRA

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea. En el caso de líneas de longitud superior a 10 Km, será necesario conectar a tierra las pantallas en un empalme intermedio.

Se mantendrá una distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables.

5.3 MATERIALES

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

CABLES

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

Los conductores deberán estar de acuerdo con la Norma UNE –EN 60228.

Los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente:

- Nombre del Fabricante y Fábrica.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (por medio de las dos últimas cifras).
- UF, para indicar que cumple esta especificación.
- Metraje

La marca podrá realizarse por grabado o relieve sobre la cubierta. La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

6 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control se encargará de controlar y monitorizar todas las funciones principales del panel fotovoltáico, a la vez que optimizará de forma continua el funcionamiento del mismo para distintas condiciones de irradiación.

6.1 EQUIPAMIENTO EN EL PUESTO CENTRAL DE CONTROL:

Se dispondrá del siguiente equipamiento de control y comunicaciones:
Concentrador de Switch de comunicaciones, para conformar la red de comunicaciones IP a partir de los cables de F.O. procedentes de los Switch incorporados en los centros de transformación
Concentrador de comunicaciones para los equipos de protecciones, para conectar directamente a la estación de operación de planta.
Una RTU, para adquisición de las señales de trafos, aparamenta eléctrica asociada ubicada en la estación receptora, equipo rectificador baterías, cuadro de distribución de auxiliares, la adquisición de las señales procedentes de los equipos de protecciones, que deban ser cableadas señal a señal y la adquisición de señales de intrusismo de forma cableada desde la centralita de Seguridad correspondientes a las barreras de infrarrojos.
Ordenador de Operación Local: formador por un ordenador con pantalla plana de 32 “, desde el que se podrá supervisar y operar toda la planta solar, sobre el mismo hardware se instalará el software necesario para la concentración de la información procedente de toda la planta. Además de las funciones propias de la supervisión, mando y gestión de la planta, en este mismo ordenador de operación se recibirán todas las señales de vídeo / imágenes procedentes de las cámaras de CCTV, así como las señales de las barreras de infrarrojos correspondientes al sistema de vigilancia perimetral de la planta.
Extensiones telefónicas y tomas distribuidas por la estación receptora.
Centralita telefónica IP para conexión a la red IP que constituye la red interior y la red local de comunicaciones para 20 extensiones
Nodo de comunicaciones a suministrar por el operador de los servicios de telecomunicaciones , el cual podrá disponer de enlaces digitales (Ethernet) y analógicos (Telefonía fija).

6.2 EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA PERIMETRAL

La Monitorización de las cámaras y barreras se realizará mediante el ordenador de operación descrito en el apartado anterior (y opcionalmente en un ordenador independiente)
Las señales de las cámaras de vídeo vigilancia se llevarán hasta el ordenador de sala de control mediante la misma red IP de voz y datos (aunque es aconsejable que las señales de datos se lleven por dos F.O. y las señales de vídeo y voz por otras F.O. diferentes, pero del mismo cable, con el fin de no sobrecargar la red de datos)

6.3 MEDIO FÍSICO DE LOS ENLACES DE COMUNICACIONES Y SEÑALES:

- Conexiones entre switch de comunicaciones: cable de fibra óptica monomodo.
- Conexiones a puertos 10/100 Mb/s de los switch, cable de red Ethernet con conectores RJ45.
- Enlace de señal de vídeo de las cámaras de vídeo vigilancia con el "Concentrador de agrupación" más próximo a ellas: Cable coaxial.

7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

PRESUPUESTO

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra (Madrid)

ABRIL 2022

PROMOTOR: BICURA INVESTMENTS, SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**R.M.P.**	**D.C.C.**	**A.M.S.**

INDICE

1 PRESUPUESTO. DESCOMPUESTOS 4

1.1 PRESUPUESTO PLANTA FOTOVOLTAICA 4
1.2 PRESUPUESTO INTERCONEXIÓN 8

2 PRESUPUESTO. RESUMEN 9

1 PRESUPUESTO. DESCOMPUESTOS

A continuación se detalla el presupuesto por subpartidas.

1.1 PRESUPUESTO PLANTA FOTOVOLTAICA

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1	**Capítulo**		**TRABAJOS PREVIOS**		**69.700,00**	**69.700,00**
1.01	Partida	Ud	ESTUDIO GEOTÉCNICO Estudio geotécnico del terreno en cualquier tipo de suelo. Todo ello recogido en el correspondiente informe geotécnico con especificación de cada uno de los resultados obtenidos, conclusiones y validez del estudio sobre parámetros para el diseño de las cimentaciones.	1,000	10.500,00	10.500,00
1.02	Partida	Ud	ESTUDIO TOPOGRÁFICO Levantamiento Topográfico de detalle, a escala mínima 1:100, que incluirá la representación al menos de.	1,000	4.200,00	4.200,00
1.03	Partida	Ud	INGENIERÍA Y CÁLCULOS PREVIOS	1,000	55.000,00	55.000,00
			1		**69.700,00**	**69.700,00**
2	**Capítulo**		**MOVIMIENTO DE TIERRAS**		**67.335,64**	**67.335,64**
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.	80.430,000	0,450	36.193,50
2.02	Partida	m2	Formación de viales 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.	3.234,000	7,71	24.934,14
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.	1.600,000	0,61	976,00
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.	1.600,000	3,27	5.232,00
			2		**67.335,64**	**67.335,64**
3	**Capítulo**		**URBANIZACIÓN**		**19.788,00**	**19.788,00**
3.01	Partida	ml	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.	2.040,000	9,70	19.788,00
			3		**19.788,00**	**19.788,00**

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
4	**Capítulo**		**ESTRUCTURAS Y MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**		**1.972.515,43**	**1.972.515,43**
4.01	Partida	w p	MÓDULO FOTOVOLTAICO Suministro de Módulo solar fotovoltáico marca Módulos Monocritalino de 610 Wp. Modelo JA SOLAR JAM78D30 610/TB o similar. Incluyendo conexión entre módulos, parte proporcional de pequeño material instalado, trasladado y puesto en obra.	6.060.900	0,20	1.212.180,00
4.02	Partida	ud	INSTALACIÓN MÓDULO FOTOVOLTAICO Instalación y montaje de Módulo solar fotovoltáico Monocritalino de 610 Wp. . Incluyendo conexión entre módulos, parte proporcional de pequeño material instalado, trasladado y puesto en obra. Totalmente instalado y funcionando.	9.183,182	2,65	24.335,43
4.03	Partida	ud	ESTRUTURA SEGUIDOR Suministro de estructura según memoria y planos. Incluyendo todo elemento auxiliar para fijación de módulos.	1,000	605.000,00	605.000,00
4.04	Partida	ud	MONTAJE ESTRUCTURA Montaje de todos los elementos que componen la estructura indicada en el punto anterior. Se incluyen todos los accesorios, materiales, traslado de maquinaria y medios auxiliares, almacenamiento y custodia, desembalado, ubicación en sitio definitivo, nivelado, ensamblado, sujeción y, en general, todos los preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar una correcta instalación.	1,000	95.000,00	95.000,00
4.05	Partida	ud	HINCADO POSTES ESTRUCTURA Hincado/cimentación de todos los elementos que componen cada estructura indicada en el punto 4,03 de acuerdo al estudio geotécnico. Se incluyen todos los accesorios, materiales, traslado de maquinaria y medios auxiliares, almacenamiento y custodia, desembalado, ubicación en sitio definitivo, nivelado, ensamblado, sujeción y, en general, todos los preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar un correcto hincado.	1,000	36.000,00	36.000,00
			4		**1.972.515,43**	**1.972.515,43**
5	**Capítulo**		**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES**		**360.000,00**	**360.000,00**
5.01	Partida	ud	INVERSOR Suministro e instalación de conjunto Inversor central, según características indicadas en la memoria incluso p.p. de sujeción de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Totalmente instalado, funcionando, puesta en marcha, medios de elevación, ayudas de albañilería conexiones, p.p. pequeño material, etc...	3,000	55.000,00	165.000,00
5.02	Partida	ud	CENTRO DE TRANSFORMACION Suministro e instalación de Centro de Transformacion 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. Totalmente instalado, funcionando, puesta en marcha, medios de elevación, ayudas de albañilería conexiones, p.p. pequeño material, etc...	3,000	65.000,00	195.000,00
			5		**360.000,00**	**360.000,00**

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
6	**Capítulo**		**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN**		**189.655,20**	**189.655,20**
6.01	**Capítulo**		**INSTALACION ELECTRICA CORRIENTE CONTINUA**		**101.416,20**	**101.416,20**
6.01.01	Partida	ml	CIRCUITO C.C. 2X4 y 2x6 MM2 CU 1,8 KV DC 0,6/1KV AC RV-K . Conductor bipolar de seccion 2x4 y 2x6 mm2 de Cobre RV-K, instalado directamente enterrado, tension de aislamiento 0,6/1 KV, ensayado y aprobado por el fabricante a 1,8 kV DC. se incluye zanja de canalizacion y cierre de la misma. Incluso p.p.de pequeño material, conexiado, etc. Totalmente instalado y verificado.	41.700,000	1,43	59.464,20
6.01.03	Partida	ml	CIRCUITO C.C. 1X240 MM2 AL 1,8KV DC 0,6/1KV AC RV-K DIR.ENT. Conductor Unipolar de seccion 1x240 mm2 de Aluminio RV-K, instalado directamente enterrado, tension de aislamiento 0,6/1 KV, ensayado y aprobado por el fabricante a 1,8 kV DC. se incluye zanja de canalizacion y cierre de la misma. Incluso p.p.de pequeño material, conexiado, etc. Totalmente instalado y verificado.	22.080,000	1,90	41.952,00
6.01.04	Partida	ud	CUADROS DC PARA COMBINACION DE STRINGS (SCB) Cuadros para conexión y combinacion de ramas, incluido protecciones por fusibles y seccionador de corte en carga.	27,000	350,00	9.450,00
			6.01		**101.416,20**	**101.416,20**
6.02	**Capítulo**		**INSTALACION ELECTRICA SERVICIOS AUXILIARES**		**38.050,00**	**38.050,00**
6.02.01	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	35.550,00	35.550,00
6.02.06	Partida	ud	CUADRO GENERAL SERVICIOS AUXILIARES Cuadro general de mando y protección (CGMP), compuesto por armario metalico interior, de superficie M.Gerin o similar, con 20% espacio de reserva para posibles ampliaciones, incluso colocación y rotulado, en cuyo interior iran instalados los siguientes elementos indicados así como total definido en esquema unifilar.	1,000	2.500,00	2.500,00
			6.02		**38.050,00**	**38.050,00**
6.03	**Capítulo**		**RED DE TIERRAS**		**50.189,00**	**50.189,00**
6.03.01	Partida	ud	RED DE TIERRAS CAMPO SOLAR Suministro e Instalacion de Conductor de Cu 35mm2 desnudo para formación de red de tierra entre seguidores y cajas de registro de 1er Nivel, se colocara en zanja, incluso conexiones con con red de tierras de centros de inversores, incluido terminales de conexion, soldaduras, grapas de fijacion y empalmenes necesarios. Incluso suministro y colocacion de Picas de puesta a tierra de acero cobrizado (acero y tratamiento superficial de cobre mediante tratamiento electrolitico de 100 micras), longitud 2m y diametro 14,2mm, incluso material necesario para soldadura electrolítica con cable de cobre, con soldadura aluminotérnica.Totalmente instalado.	1,000	45.689,00	45.689,00
6.03.02	Partida	ud	RED DE TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Suministro e Instalacion de tierras con conductor de Cu 50mm2 desnudo, se colocara en zanja, incluso conexiones con con red de tierras interiores de centros de transformación, incluido terminales de conexion, soldaduras, grapas de fijacion y empalmenes necesarios. Incluso suministro y colocacion de Picas de puesta a tierra de acero cobrizado (acero y tratamiento superficial de cobre mediante tratamiento electrolitico de 100 micras), longitud 1,5m y diametro 14,2mm, incluso material necesario para soldadura electrolítica con cable de cobre, con soldadura aluminotérnica.Totalmente instalado.	3,000	1.500,00	4.500,00
			6.03		**50.189,00**	**50.189,00**
			6		**189.655,20**	**189.655,20**
7	**Capítulo**		**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (LINEAS INTERNAS MT)**		**39.120,00**	**39.120,00**
7.02	Partida	ml	LÍNEAS INTERNAS MT 3X150 MM2 AL 12/20 KV Línea eléctrica de media tensión de evacaucion, desde CT a CS, Al 12/20 kV RHZ1 o similar directamente enterrada en zanja, realizada con cables conductores de 3(1x150)Al RHZ1 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco HEPR, 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.	489,000	80,00	39.120,00
			7		**39.120,00**	**39.120,00**
8	**Capítulo**		**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (EVACUACION)**		**82.000,00**	**82.000,00**
8.02	Partida	ml	LÍNEA DE EVACUACION MT SUBTERRANEA 3X150 MM2 AL 12/20 KV Línea eléctrica de media tensión Al 12/20 kV RHZ1 o similar directamente enterrada en zanja, realizada con cables conductores de 3(1x150)Al RHZ1 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco HEPR, 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.	555,000	75,68	42.000,00
8.02	Partida	ml	CENTRO DE PROTECCION Y MEDIDA Centro de Protección, medida y control (CPMC) según normativa de compañía eléctrica y descripción del proyecto.	1,000	40.000,00	40.000,00
			7		**82.000,00**	**82.000,00**

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
9	**Capítulo**		**CONTROL Y MONITORIZACIÓN**		**33.500,00**	**33.500,00**
9.01	Partida	PA	CONTROL Y MONITORIZACIÓN Suministro e instalación de sistema de monitorización mediante cable ethernet cat6 con el switch de comunicaciones existente en edificio eléctrico de control. Incluso rack de comunicaciones, equipo sai 10kw 30min, datalogger y convertidor de señal a RJ45, alimentación para equipos con protección magnetotérmica y tomas de corriente compatibles en España. Suministro y tendido de f.o. multimodo.	1,000	18.000,00	18.000,00
9.02	Partida	PA	SCADA Suministro e instalación de sistema de scada para registrar, controlar e informar sobre el comportamiento de la planta. pp proporcional de ayuda de equipos auxiliares. Medida la unidad de obra ejecutada y probada	1,000	9.000,00	9.000,00
9.03	Partida	ud	ESTACIÓN METEOROLÓGICA Suministro e instalación de estción meteorológica, incluyendo piranómetro, sensores de parámetros ambientales, terminal inteligente gatew ay/datalogger Zigbee para unidades ZB-Connection con conexiones ethernet, USB y Wifi. Soporta conexión de modem GPRS o 3G externo. Es el equipo principal del sistema de sensores que se conectará directamente al router de la planta para transmitir la información recogida. Incluso antena de exterior, incluso suministro y montaje de poste. Unidad totalmente instalada y conexionada	1,000	6.500,00	6.500,00
			8		**33.500,00**	**33.500,00**
10	**Capítulo**		**SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA**		**40.800,00**	**40.800,00**
10.01	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 antiintrusión 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, inluyendo medios de elevación, accesorios, preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar una correcta instalacion, calibrado y pruebas con CRA.	1,000	40.800,00	40.800,00
			9		**40.800,00**	**40.800,00**
11	**Capítulo**		**SEGURIDAD Y SALUD**		**14.260,00**	**14.260,00**
11.01	Partida	ud	SEGURIDAD Y SALUD Partida Alzada a justificar por el cumplimiento de la Normativa de Seguidad y Salud en la Construcción, tanto a nivel de protecciones individuales como Colectivas, según estudio de seguridad y salud.	1,000	14.260,00	14.260,00
			10		**14.260,00**	**14.260,00**
12	**Capítulo**		**GESTIÓN DE RESIDUOS**		**26.379,07**	**26.379,07**
12.01	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	26.379,07	26.379,07
			11		**26.379,07**	**26.379,07**

1.2 PRESUPUESTO INTERCONEXIÓN

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1	Capítulo		**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (INTERCONEXION)**		32.068,50	41.428,50
1.01	Partida	ud	**CENTRO DE SECCIONAMIENTO**	1	31.000,00	31.000,00
			Celda compacta 3L1P para Telemando según norma Iberdrola 3L1A-F-SF6-24-13/15/20 TELE (código 504222/3/4), 3 funciones de línea, 1 de protección con ruptofusible, con trafo de SSAA, modelo CGMCOSMOS-3L1P, 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. • 1P - 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. Armario de Control Integrado sobre celda tipo ekorUCT tipo ACC STAR, que incluye controlador ekorCCP, rectificador batería, cajón de control y conexionado. Automatización (CS) OPCIÓN GPRS: Comunicaciones: • Armario Comunicaciones IB tipo ACOM-I-GPRS • Interconexión comunicaciones y potencia • Configuración Módem • Antena GPRS-OMNII Servicios: • Replanteo datos fabricante en Web Star IB • Medición de cobertura e informe de Viabilidad • Configuración de Remota • Puesta en servicio			
1.02	Partida	ml	**LÍNEA INTERCONEXION SUBTERRANEA MT 3X400 MM2 AL 12/20 KV**	12	240,00	9.600,00
			Línea eléctrica de media tensión de Doble Circuito Al 12/20 kV RHZ1 o similar directamente enterrada en zanja, realizada con cables conductores de 3(1x400)Al RHZ1 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco HEPR, 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.			
1.03	Partida	ud	**TRABAJOS DE REFUERZO EN PUNTO DE CONEXIÓN**	1	828,50	828,50
			Modificaciones necesarias en la línea 4 - LA CABRERA de 20 kV para permitir la conexión de las nuevas instalaciones a la red de I-DE, consintientes en la realización de empalmes (material incluido) en la línea subterránea 4 - LA CABRERA para integrar en entrada-salida el nuevo centro de Seccionamiento telemandado, y puesta en servicio de los equipos de telemando			
2	Capítulo		**TRABAJOS AUXILIARES**		995,00	995,00
2.01	Capítulo	ud	**SEGURIDAD Y SALUD**	1	640,00	640,00
			Partida Alzada a justificar por el cumplimiento de la Normativa de Seguidad y Salud en la Construcción, tanto a nivel de protecciones individuales como Colectivas, según estudio de seguridad y salud.			
2.02	Capítulo	ud	**GESTIÓN DE RESIDUOS**	1	355,00	355,00
			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.			
			TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	1,00	42.423,50	42.423,50

2 PRESUPUESTO. RESUMEN

A continuación, se detalla el presupuesto de la planta fotovoltaica con las partidas generales.

PLANTA FV		
1	TRABAJOS PREVIOS	69.700,00 €
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	67.335,64 €
3	URBANIZACIÓN (VALLADO)	19.788,00 €
4	ESTRUCTURAS Y MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	1.972.515,43 €
5	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES	360.000,00 €
6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	189.655,20 €
7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (LÍNEAS INTERNAS MT)	39.120,00 €
8	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (EVACUACIÓN Y CPMC)	82.000,00 €
9	CONTROL Y MONITORIZACIÓN	33.500,00 €
10	SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA	40.800,00 €
11	SEGURIDAD Y SALUD	14.260,00 €
12	GESTIÓN DE RESIDUOS	26.379,07 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL PLANTA FV	2.915.053,34 €
	13% GASTOS GENERALES	378.956,93 €
	6% BENEFICIO INDUSTRIAL	174.903,20 €
	PRESUPUESTO TOTAL PLANTA FV	3.468.913,47 €

INTERCONEXIÓN		
12	CENTRO DE SECCIONAMIENTO	31.000,00 €
13	LÍNEA DE INTERCONEXIÓN (LÍNEA CS-PTO CONEXIÓN)	9.600,00 €
14	APOYO PARA CONEXIÓN	828,50 €
15	SEGURIDAD Y SALUD	640,00 €
16	GESTIÓN DE RESIDUOS	355,00 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL INTERCONEXIÓN	42.423,50 €
	13% GASTOS GENERALES	5.515,06 €
	6% BENEFICIO INDUSTRIAL	2.545,41 €
	PRESUPUESTO TOTAL INTERCONEXIÓN	50.483,97 €

PROYECTO COMPLETO. PLANTA FV+INTERCONEXION		
17	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	2.957.476,84 €
18	PRESUPUESTO TOTAL	3.519.397,44 €

Este presupuesto total asciende a **TRES MILLONES QUINIENTOS DIECINUEVE MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS Y CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS**.

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
CALERA
E INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Cabanillas de la Sierra
Madrid

ABRIL 2022

BICURA INVESTMENTS, SL

nexer

Renerix Solar

Preparado para:

BICURA INVESTMENTS, SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**4/6/2022**	**A.C.M.**	**D.C.C.**	**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 8
1.2.6 DEFINICIÓN DE LA OBRA 9
1.2.7 PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCIÓN 10
1.2.8 PLAZO DE EJECUCIÓN 10
1.2.9 NÚMERO DE TRABAJADORES 10
1.2.10 INSTALACIONES PROVISIONALES 10
1.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS 12
1.3.1 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES 12
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 47
1.3.3.3 OBJETO DEL PLAN DE EMERGENCIA 47
1.3.3.4 PLAN DE EMERGENCIA 48
1.3.3.5 IZADO DE CARGAS 53
1.3.3.6 TRABAJOS EN ALTURA 53
1.3.3.7 EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS 55
1.3.3.8 TRABAJOS DE HORMIGÓN 56
1.3.3.9 ESTRUCTURAS 57
1.3.3.10 MONTAJE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 57
1.3.3.11 MONTAJE ELÉCTRICO 57
1.3.3.12 PINTURA 58
1.3.3.13 PRUEBAS 59
1.3.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL 59
1.3.5 PRIMEROS AUXILIOS 60

2 PLIEGO DE CONDICIONES 62

2.1 CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL 62
2.1.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 62
2.1.2 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS 63
2.1.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 66
2.1.4 ASIGNACIÓN Y PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS 67
2.1.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD Y ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 68
2.1.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. 68
2.1.7 LIBRO DE INCIDENCIAS 69

2.1.8 PRECIOS CONTRADICTORIOS 69
2.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA 70
2.2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 70
2.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN 71
2.2.3 MEDIOS AUXILIARES 71
2.2.4 ÚTILES Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES 71
2.2.5 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE 71
2.2.6 INSTALACIONES PROVISIONALES 72
2.3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA 73
2.4 NORMAS GENERALES 74
2.5 NORMAS PARTICULARES 75
2.5.1 POLÍTICA SOBRE ALCOHOL Y DROGAS 75
2.5.2 TRÁFICO 75
2.5.3 EXCAVACIONES 76
2.5.4 ANDAMIOS 77
2.5.5 IZADO DE CARGAS 77
2.5.6 TRABAJOS DE SOLDADURA 79
2.5.7 INSTALACIONES PROVISIONALES 80
2.5.8 INTERFERENCIAS 85
2.5.9 PRENDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL 85
2.5.10 MEDIO AMBIENTE 88
2.5.11 FORMACIÓN 89
2.5.12 ORGANIZACIÓN 89
2.5.13 CONTROL DE PERSONAL, EQUIPOS DE TRABAJO, MATERIALES, PRODUCTOS Y SERVICIOS 90
2.5.14 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 91
2.5.15 SANCIONES 91

3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO 92

4 CONCLUSIONES 93

5 PLANOS 94

6 ANEXOS 105

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 fotovoltaica sobre suelo.

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 titular de las instalaciones será:
BICURA INVESTMENTS, SL
CIF: **B-88445416**
Domicilio social: **Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid**
Contacto: **Laura del Hierro Higuera Telf.: 627250509 email: ldelhierro@nexer.es**

1.2.2 SITUACIÓN

La instalación se encuentra encuadrada en una parcela perteneciente al Término Municipal de Cabanillas de la Sierra, provincia de Madrid (España).

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

X:446911.2093
Y:4518269.3482
Huso: 30

Las instalaciones proyectadas se ubicarán en el polígono parcela del término municipal de Cabanillas de la Sierra (Madrid), con las siguientes referencias catastrales:

Referencia Catastral	POL	PARCELA	SUPERFICIE (m^2)
28029A00600035	6	35	32.637
28029A00600037	6	37	4.110
28029A00600038	6	38	5.700
28029A00600039	6	39	2.456
28029A00600070	6	70	2.936
28029A00600071	6	71	3.906
28029A00600091	6	91	2.186
28029A00600149	6	149	2.178
28029A00600150	6	150	15.266
28029A00600151	6	151	13.081
Total Superficie Catastral			84.456

La superficie total de las parcelas es de 8,45Ha. El total de la **superficie ocupada por la central solar fotovoltaica (perímetro del vallado) es de 8,043 Ha**

1.2.3 ACCESOS

El acceso principal a la planta se realizará a través de un camino público existente, con referencia catastral 28029A00609009, que conecta con la carretera nacional N-I en el punto kilométrico 52+900, aproximadamente.

1.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La obra objeto de este documento consiste en la construcción de una instalación solar fotovoltaica de conexión a red.

Esta instalación está formada por módulos fotovoltaicos que se conectan en serie y paralelo, y producen energía en corriente continua que es convertida a corriente alterna a través de un inversor. Esta energía es inyectada a la red de la compañía eléctrica distribuidora a través de un centro de transformación.

1.2.5 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Se pretende la realización de:

- Instalación y montaje de la estructura metálica de soporte de los módulos fotovoltaicos, conexión de los módulos fotovoltaicos en serie, embridado del cableado de interconexión a la estructura.
- Conexión de las ramas de módulos formadas con el cable de la sección determinada hasta el edificio de inversores, recepción y colocación del mismo, conexión del inversor, tendido del cable y obra civil para llevarlo hasta el centro de seccionamiento y transformación, interconectando los centros de transformación hasta el centro de protección y medida y posteriormente al de seccionamiento próximo 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. Montaje módulos fotovoltaicos:
   - Descarga de las placas solares.
   - Elevación y colocación de las placas. Las placas se encuentran en tensión. Los cables de conexionado son de clase II.
   - Cableado del campo fotovoltaico.
4. Centro de transformación y seccionamiento:
   - Instalación edificios.
   - Montaje eléctrico. Se realiza sin tensión.
5. Conexión a la red de la compañía eléctrica.
   - Tendido de cables.
   - Conexión a la red.
6. 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.
7. Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.
   - Energización central fotovoltaica: Estos trabajos serán realizados por personal cualificado y autorizado. Vienen descritos en anexos de este Plan de Seguridad.

1.2.7 PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCIÓN

El presupuesto total de ejecución material será de: 2.957.476,84 €

1.2.8 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución se estima en SEIS 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 40 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 fotovoltaica 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 dependerá 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.**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
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 de la central fotovoltaica 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 fotovoltaica.

Se ha indicado en cada caso las medidas preventivas de aplicación, así como el tipo de protección adecuada para cada caso:

MONTAJE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTÁICOS	
DESCRIPCIÓN	
Acopios de materiales.	**Descarga de materiales voluminosos y su distribución por la obra.** **Ej: módulos fotovoltaicos, inversores.**
Montaje módulos fotovoltaicos.	**Colocación e izado de los módulos.**
Conexionado.	**Conexionado de los módulos.**
Cableado y conexión hasta el centro de transformación.	**Cableado de la central fotovoltaica y conexión con el centro de transformación.**
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
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 grave	Media	Medio
Caídas en altura (max. 2m) o a distinto nivel.	Evitable	Grave	Medio	Medio
Riesgo eléctrico por corte cable eléctrico de las herramientas por camiones.	Evitable	Graves	Media	Medio
Riesgo eléctrico por trabajos en tensión.	Evitable	Graves	Media	Medio
Riesgos de punzonamiento.	No evitable	Graves	Baja	Medio
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.

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 Y SECCIONAMIENTO				
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 panel 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 de seccionamiento y la red de la compañía eléctrica. Excavación pozos, hormigonado y montaje de apoyos.				
Tendido conductor.	Tendido del conductor en los apoyos.				
Conexión a la red.	Conexión entre el tendido aéreo que parte del centro de seccionamiento 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 seccionamiento 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**
Energización módulos fotovoltaicos	**Energización campo fotovoltaico.**
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 central fotovoltaica 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:**

  Pendiente de confirmar

- **SERVICIO DE EMERGENCIAS:** 112

- **CENTROS DE ATENCIÓN PRIMARIA MÁS CERCANOS:**
  - Centro de Salud de PIEDRABUENA

    C. Rodríguez Marín, 5, 13100 Piedrabuena, Cdad. Rea

    Teléfono centralita: 926 76 21 93

- **CENTROS HOSPITALARIOS MÁS CERCANOS:**
  - Hospital General Universitario de Ciudad Real

    C. Obispo Rafael Torija, s/n,

    13005 Ciudad Real, Cdad. Real

    Teléfono Centralita: 926 27 80 00

- **AYUNTAMIENTO:** 926 76 02 50
- **PROTECCIÓN CIVIL:** 1006
- **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 ESTRUCTURAS

El montaje de estructura metálica que soporta los módulos fotovoltaicos se realizará sobre las zapatas de hormigón, izando las estructuras con una grúa si fuese necesario.

1.3.3.10 MONTAJE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El desembalaje de los módulos fotovoltaicos se realizará en la zona de almacenamiento de las mismas.

El montaje de los módulos se realizará con andamios homologados cuando la altura donde se coloquen lo precise.

1.3.3.11 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.

1.3.3.12 PINTURA

Las estructuras metálicas de soporte de los módulos fotovoltaicos no se pintarán ya que están galvanizadas.

1.3.3.13 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 de la central fotovoltaica 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 (módulos fotovoltaicos, inversores, contadores, interruptores BT) 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 fotovoltaica 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, estructuras, paneles 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.

Instalación eléctrica

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	40	45,00 €	1.800,00 €
Gafas de seguridad	40	12,35 €	494,00 €
Protección auditiva	40	12,10 €	484,00 €
Guantes para riesgo mecánico	60	3,00 €	180,00 €
Guantes para riesgo eléctrico	40	6,00 €	240,00 €
Calzado de seguridad	40	18,55 €	742,00 €
Chaleco Reflectante	60	4,00 €	240,00 €
Arnés anticaída	20	40,00 €	800,00 €
Casco	40	7,50 €	300,00 €
Mascarillas (protección vías respiratorias)	60	15,00 €	900,00 €
TOTAL			**6.180,00 €**

PROTECCIÓN COLECTIVA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Cinta de balizar	1000	2,23 €	2.230,00 €
Escalera	6	31,25 €	187,50 €
Andamios	2	110,25 €	220,50 €
Pantallas, mamparas	4	70,00 €	280,00 €
Revisión de extintores	6	95,00 €	570,00 €
Señalización	20	4,60 €	92,00 €
TOTAL			**3.580,00 €**

VIGILANCIA DE LA SALUD			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Vigilancia de la Salud	40	25,00 €	1.000,00 €
TOTAL			**1.000,00 €**

FORMACIÓN TRABAJADORES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Formación a trabajadores	1	3.500 €	3.500,00 €
TOTAL			**3.500,00 €**

PRESUPUESTO TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	
TOTAL	**14.260 €**

El presupuesto total en materia de seguridad y salud de la obra asciende a 14.260 €, **CATORCE MIL DOSCIENTOS SESENTA 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.

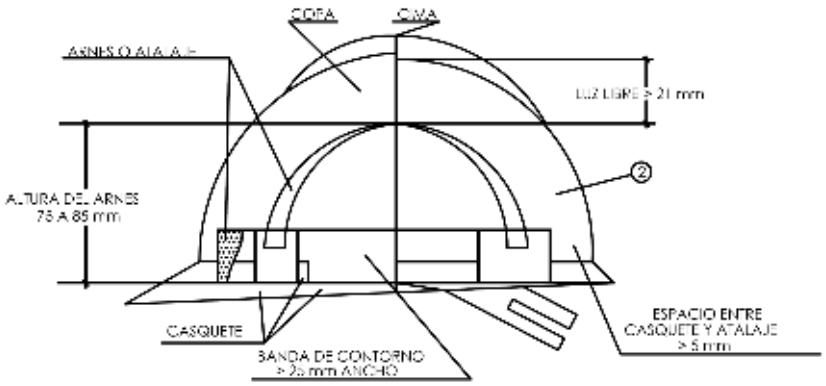
Aunque los riesgos en teoría solo afectan al personal que realiza una actividad en concreto, es posible que de forma indirecta puedan verse afectadas otras personas y al tratarse de obras tan grandes, donde a la vez hay grupos diferentes de gente trabajando al mismo tiempo.

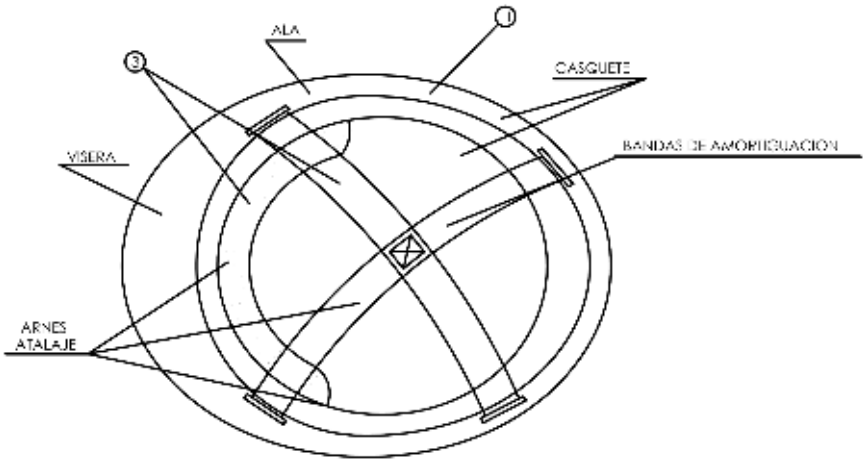
En este caso en concreto se da en la figura del jefe de obra, donde al ser un supervisor, debe estar en todos los lugares donde hay actividad, por lo que en principio se le deberían incluir todos los riesgos posibles. No obstante, al ser un mero supervisor, la probabilidad y severidad es muy pequeño, 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.

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 PEGIDO 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

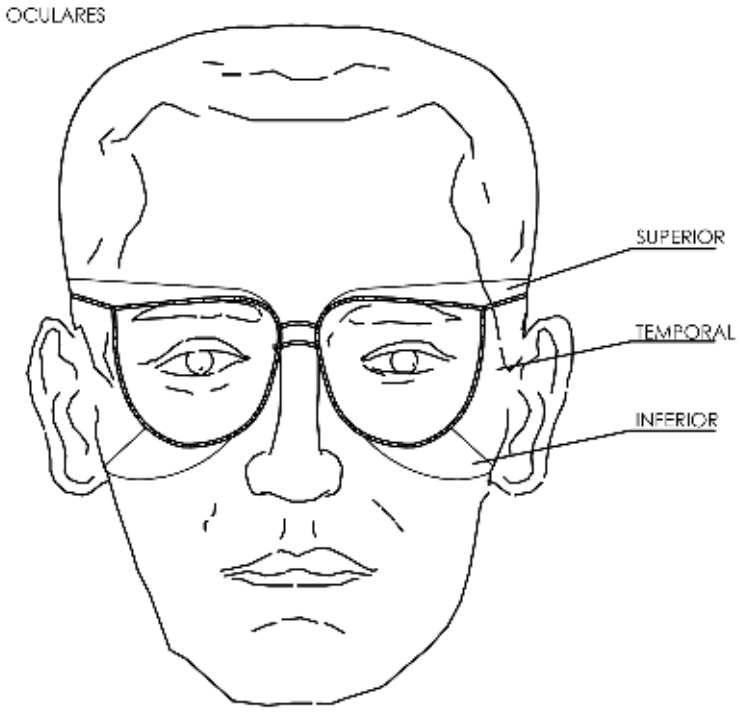
Protección Individual:
Casco de Seguridad

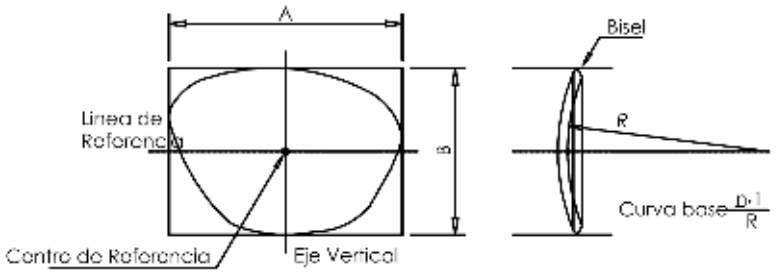
	Nombre	Fecha
Realizado:	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: S-001

Hoja 1 de

PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)





0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala S/E

Título de Plano

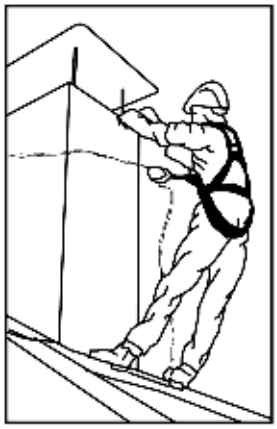
Protección Individual: Casco de Seguridad

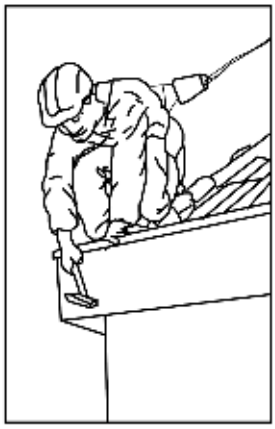
	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

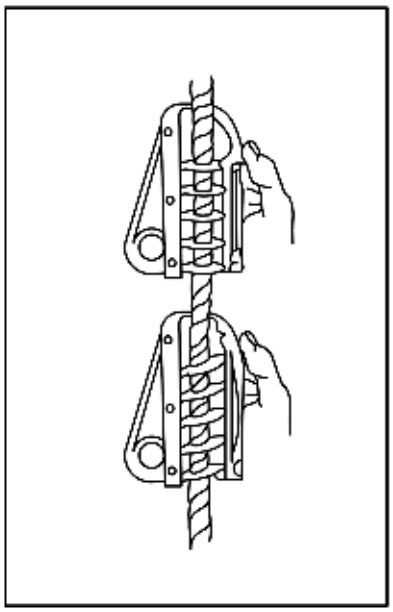
Plano Nº S-002

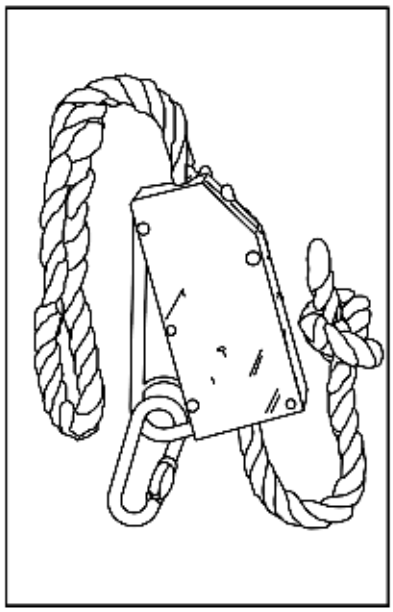
Hoja 1 de 1

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

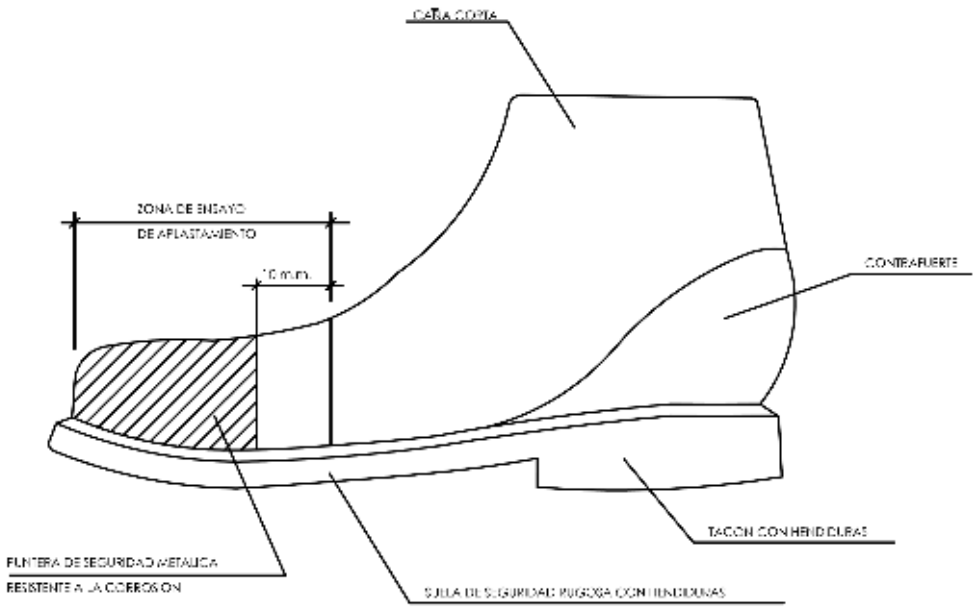
Protección Individual:
Arnés de Seguridad

	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

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

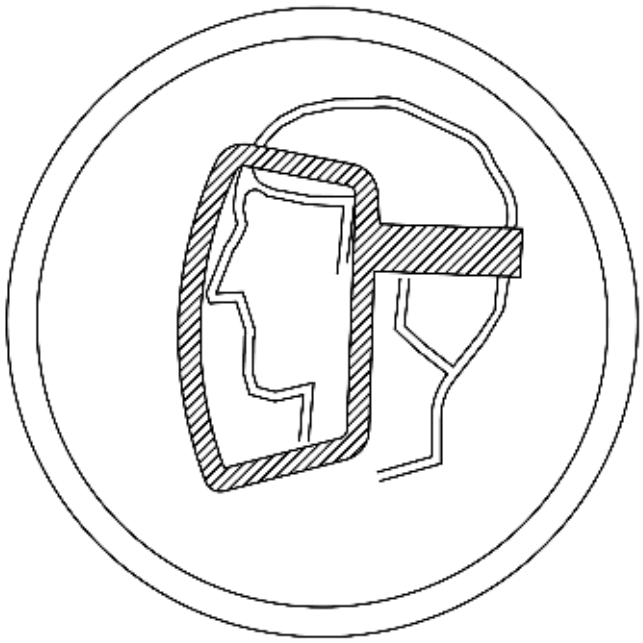
Título de Plano

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



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

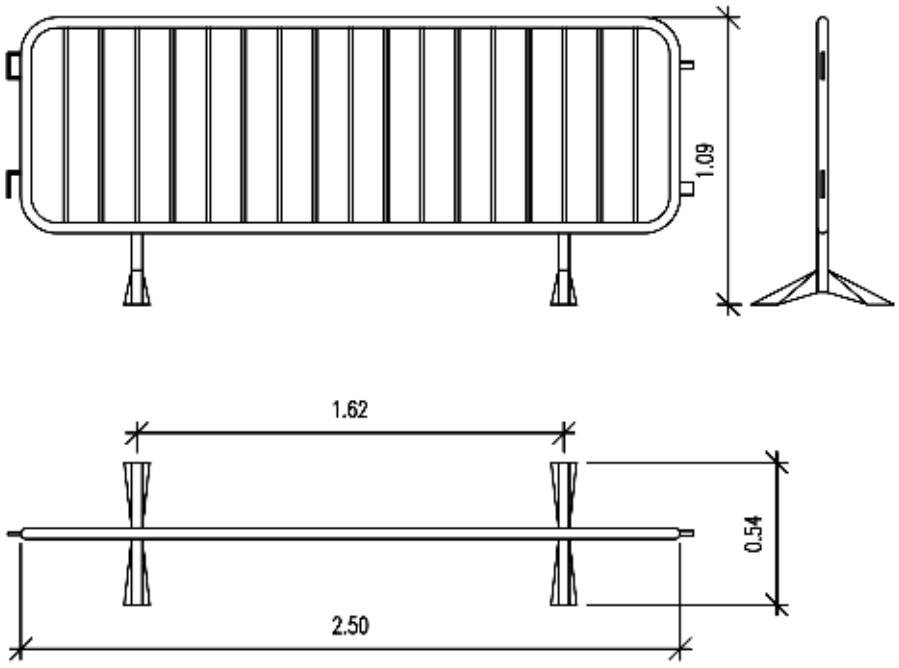
Título de Plano

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



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala S/E

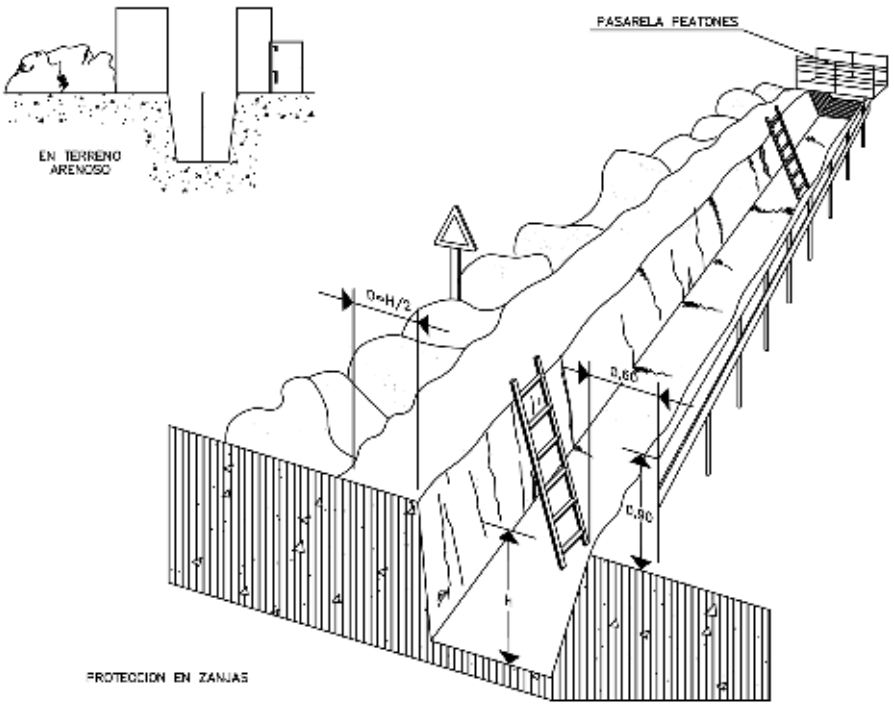
Título de Plano

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/F

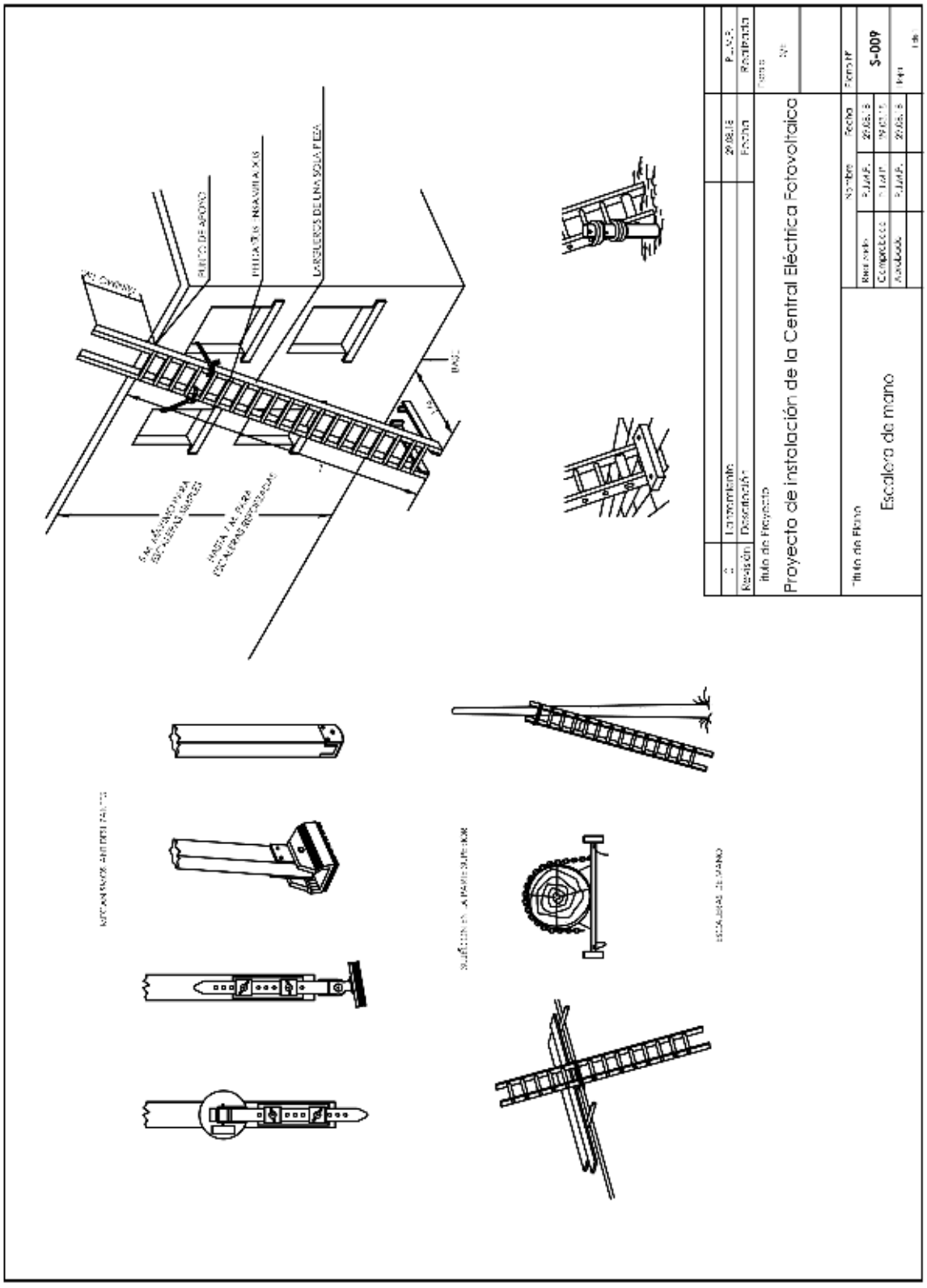
Título de Plano

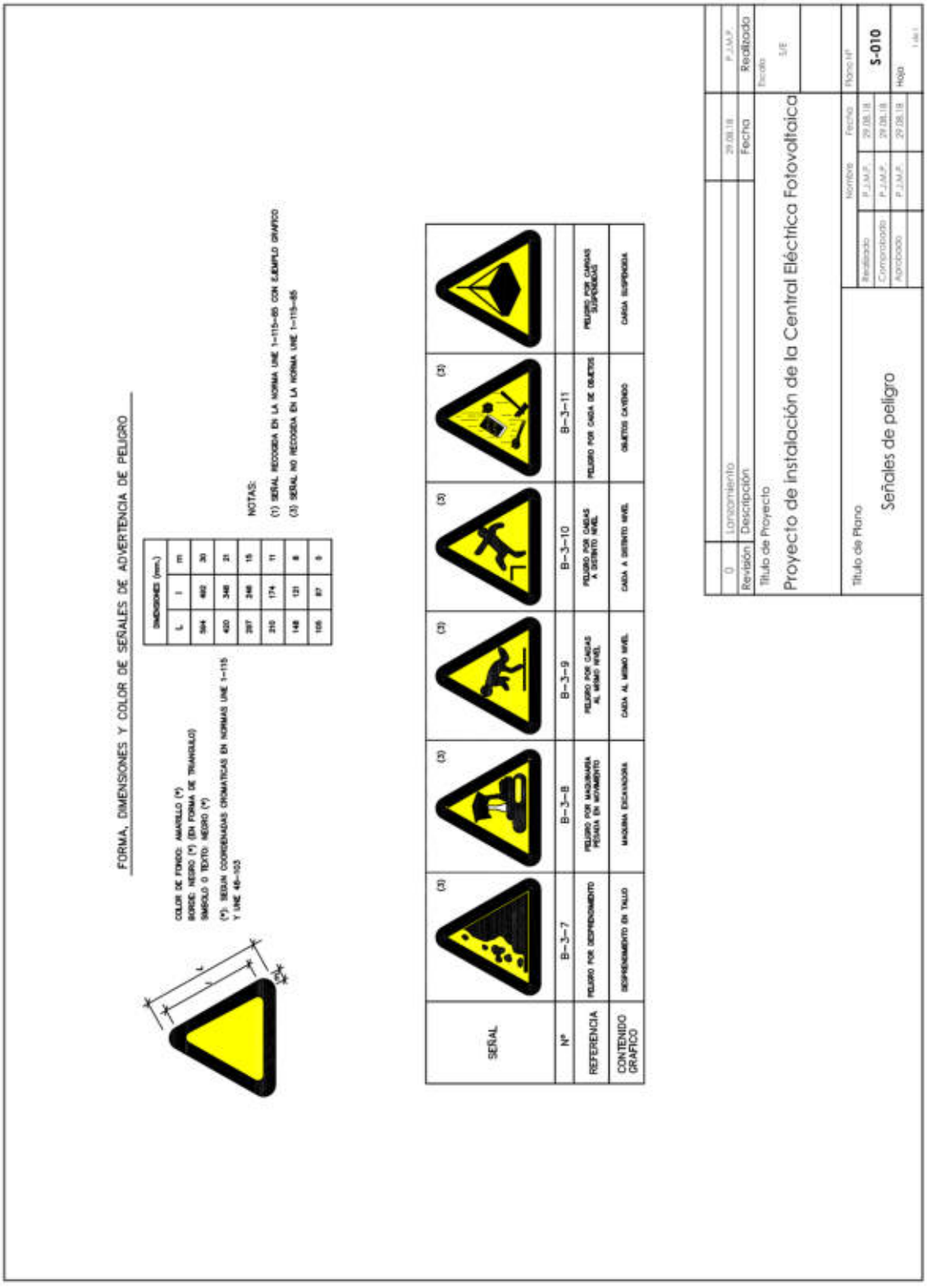
Protección Zanjas

	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


Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica
Escalera de mano
S-009


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
l
m
504
402
30
420
346
21
297
246
15
210
174
11
148
121
8
105
87
6
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
B-3-7
B-3-8
B-3-9
B-3-10
B-3-11
REFERENCIA
PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO
PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO
PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL
PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL
PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS
PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO
DESPRENDIMIENTO EN TALUD
MAQUINA EXCAVADORA
CAIDA AL MISMO NIVEL
CAIDA A DISTINTO NIVEL
OBJETOS CAYENDO
CARGA SUSPENDIDA
0
Lanzamiento
29.08.18
P.J.M.P.
Revisión
Descripción
Fecha
Realizado
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 B	Probabilidad M	Probabilidad A	Severidad B	Severidad M	Severidad A	Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
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

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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 mantención 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 fiuncionamiento 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 quedaran 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

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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 frío. 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

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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 antiimpacto. . 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									

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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: **Dirección:** **Fecha:**
Actividad: **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:** **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	"

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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: **Dirección:** **Fecha:**
Actividad: **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:** **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	Caida 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: **Dirección:** **Fecha:**
Actividad: **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:** **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	"

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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: **Dirección:** **Fecha:**
Actividad: **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:** **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	"

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cod R.	
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: **Dirección:** **Fecha:**
Actividad: **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:** **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 energía 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 ____