

MODIFICACIÓN DE PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “LEÓN” 31,04 MWP/ 30 MWN, SUBESTACIÓN ELEVADORA Y LÍNEA DE EVACUACIÓN



LOCALIZACIÓN:

**T.M. GERENA
(SEVILLA)**

PETICIONARIO:

EXPANSIÓN FOTOVOLTAICA, S.L

CIF:

B-09605387

**Avenida de los Reyes Católicos, 4, 9ºB,
09004, Burgos**

Sergio Paredes García,
N.º de colegiado 26.543 por el COGITIM

HISTORIAL DE REVISIONES

| Fecha | Versión | Cambios |
|------------|---------|------------------|
| Julio 2023 | 1 | Versión original |

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

CAPITULO I. MEMORIA

CAPITULO II. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

CAPITULO III. ANEXOS

ANEXO I. REDACCIÓN DE BIENES Y DERECHOS.

ANEXO II. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

CAPITULO IV. PLANOS

CAPITULO V. PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO VI. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

CAPITULO VII. FICHAS TÉCNICAS

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO..... | 11 |
| CAPÍTULO I. MEMORIA..... | 14 |
| 1. OBJETO..... | 15 |
| 2. ANTECEDENTES..... | 16 |
| 3. TITULAR..... | 17 |
| 4. SITUACIÓN..... | 18 |
| 4.1. Superficie ocupada..... | 19 |
| 4.2. Emplazamiento..... | 19 |
| 4.3. Organismos afectados..... | 19 |
| 5. NORMATIVA APLICADA..... | 21 |
| 5.1. Directivas comunitarias aplicables..... | 21 |
| 5.2. Legislación eléctrica aplicable..... | 21 |
| 5.3. Legislación obra civil aplicable..... | 22 |
| 5.4. Legislación seguridad e higiene aplicable..... | 22 |
| 5.5. Legislación medio ambiente aplicable..... | 23 |
| 5.6. Legislación aplicable a subestación..... | 23 |
| 5.7. Otras disposiciones..... | 24 |
| 6. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA..... | 25 |
| 6.1. Descripción general..... | 26 |
| 6.2. Descripción de los principales componentes..... | 27 |
| 6.3. Obra civil..... | 34 |
| 7. SISTEMA DE EVACUACIÓN INTERIOR..... | 40 |
| 7.1. Módulos fotovoltaicos-caja de concentración de strings..... | 40 |
| 7.2. Caja de concentración de strings-inversor..... | 40 |
| 7.3. Inversor-Transformador..... | 40 |
| 7.4. Sistema colector..... | 41 |
| 8. ESTIMACIONES DE LA INSTALACIÓN..... | 42 |
| 8.1. Radiación sobre superficie horizontal..... | 42 |
| 8.2. Radiación sobre superficie real..... | 42 |
| 8.3. Pérdidas en el sistema fotovoltaico..... | 43 |
| 8.4. Efecto de la Temperatura..... | 43 |

| | | |
|--|--|----|
| 8.5. | Pérdidas por sombras..... | 44 |
| 8.6. | Pérdidas en el inversor..... | 44 |
| 9. | CENTRO DE SECCIONAMIENTO..... | 46 |
| 9.1. | Características de las celdas..... | 46 |
| 9.2. | Puesta a Tierra del centro de seccionamiento..... | 49 |
| 9.3. | Puesta a Tierra del centro de seccionamiento..... | 50 |
| 10. | SUBESTACIÓN ELEVADORA SAN JUDAS TADEO Y LEÓN 66/30 kV..... | 52 |
| 10.1. | Alcance de las instalaciones..... | 52 |
| 10.2. | Parque de 66 kV..... | 57 |
| 10.3. | Parque de 30 kV..... | 61 |
| 10.4. | Transformación..... | 65 |
| 10.5. | Distancias de aislamiento nominales para materiales..... | 66 |
| 10.6. | Protecciones..... | 68 |
| 11. | SISTEMA DE EVACUACIÓN..... | 73 |
| 11.1. | Descripción general..... | 73 |
| 11.2. | Emplazamiento..... | 73 |
| 11.3. | Afecciones organismos..... | 74 |
| 12. | LÍNEA SUBTERRÁNEA 30 KV..... | 77 |
| 12.1. | Disposición física de la línea subterránea..... | 77 |
| 12.2. | Esquema de conexión..... | 78 |
| 12.3. | Descripción de los materiales..... | 79 |
| 12.4. | Puesta a tierra..... | 83 |
| 12.5. | Canalizaciones..... | 83 |
| 12.6. | Canalización bajo carretera..... | 84 |
| 12.7. | Perforaciones subterráneas..... | 84 |
| 13. | LÍNEA SUBTERRÁNEA 66 KV..... | 86 |
| 13.1. | Disposición física de la línea subterránea..... | 86 |
| 13.2. | Esquema de conexión..... | 87 |
| 13.3. | Descripción de los materiales..... | 88 |
| 13.4. | Puesta a tierra..... | 92 |
| 14. | CRONOGRAMA..... | 95 |
| CAPÍTULO II. MEDICIONES Y PRESUPUESTO..... | | 96 |
| 1. | RESUMEN PRESUPUESTO..... | 97 |

| | |
|---|-----|
| CAPÍTULO III. ANEXOS | 99 |
| ANEXO I RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA) | 100 |
| ANEXO II CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS..... | 108 |
| 1. CÁLCULOS BAJA TENSIÓN | 109 |
| 1.1. Circuitos de corriente continua hasta cajas de concentración de string... .. | 109 |
| 1.2. Circuitos de corriente continua entre CCS y embarrados | 111 |
| 1.3. Circuitos de corriente alterna desde inversores hasta conexión | 113 |
| 1.4. Resistencia de puesta a tierra | 116 |
| 2. CÁLCULO DE PROTECCIONES | 118 |
| 3. CÁLCULOS LÍNEA COLECTORA (30kV) | 121 |
| 3.1. Características eléctricas del conductor | 121 |
| 3.2. Intensidades máximas admisibles..... | 122 |
| 3.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible. | 125 |
| 3.4. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor. | 126 |
| 3.5. Intensidades circulantes por la línea. | 127 |
| 3.6. Potencia a transportar..... | 127 |
| 3.7. Caídas de tensión. | 128 |
| 3.8. Pérdidas de potencia..... | 128 |
| 3.9. Resultados de cálculo línea colectora | 129 |
| 4. CÁLCULOS LÍNEA EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA (30kV) | 131 |
| 4.1. Características eléctricas del conductor | 131 |
| 4.2. Intensidades máximas admisibles..... | 132 |
| 4.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible. | 135 |
| 4.4. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor. | 135 |
| 4.5. Intensidades circulantes por la línea. | 136 |
| 4.6. Potencia a transportar..... | 136 |
| 4.7. Caídas de tensión. | 137 |
| 4.8. Pérdidas de potencia..... | 138 |
| 5. CÁLCULOS LÍNEA EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA (66kV) | 139 |
| 5.1. Características eléctricas del conductor | 139 |
| 5.2. Intensidades máximas admisibles..... | 140 |
| 5.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible. | 143 |
| 5.4. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor. | 143 |

| | |
|--|-----|
| 5.5. Intensidades circulantes por la línea. | 144 |
| 5.6. Potencia a transportar. | 144 |
| 5.7. Caídas de tensión. | 145 |
| 5.8. Pérdidas de potencia..... | 146 |
| 6. RESULTADOS CÁLCULO LÍNEA DE EVACUACION DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA | 147 |
| CAPÍTULO IV. PLANOS | 148 |
| CAPÍTULO V. PLIEGO DE CONDICIONES | 149 |
| CAPÍTULO VI. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD..... | 150 |
| CAPÍTULO VII. FICHAS TÉCNICAS..... | 151 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 Situación | 18 |
| Ilustración 2 Esquema de configuración de la planta | 25 |
| Ilustración 3 Dimensión módulo | 28 |
| Ilustración 4 Panel | 29 |
| Ilustración 5 Diagrama de sol-sombreados | 44 |
| Ilustración 6 Tensión de paso y contacto | 50 |
| Ilustración 7 Pantallas conectadas rígidamente a tierra | 79 |
| Ilustración 8 Composición conductor | 80 |
| Ilustración 9 Topo | 85 |
| Ilustración 10 Pantallas conectadas rígidamente a tierra | 88 |
| Ilustración 11 Composición conductor | 89 |
| Ilustración 12 Topo | 94 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Resumen características básicas..... | 13 |
| Tabla 2 Parcelario Planta fotovoltaica..... | 19 |
| Tabla 3 Afecciones Planta Fotovoltaica..... | 20 |
| Tabla 4 Características planta fotovoltaica..... | 25 |
| Tabla 5 Parámetros módulo fotovoltaico..... | 29 |
| Tabla 6 Parámetros inversor..... | 30 |
| Tabla 7 Características celdas..... | 31 |
| Tabla 8 Resultados..... | 42 |
| Tabla 9 Características generales celdas..... | 47 |
| Tabla 10 Cables y Tubos AT..... | 58 |
| Tabla 11 Niveles aislamiento e intensidad de cortocircuito..... | 58 |
| Tabla 12 Características asignadas comunes..... | 59 |
| Tabla 13 Características asignadas del interruptor automático..... | 60 |
| Tabla 14 Características asignadas de los seccionadores..... | 60 |
| Tabla 15 Características asignadas comunes..... | 62 |
| Tabla 16 Características asignadas de los interruptores..... | 63 |
| Tabla 17 Características asignadas de los transformadores de tensión..... | 63 |
| Tabla 18 Características asignadas de los transformadores de intensidad..... | 63 |
| Tabla 19 Conexión cables subterráneos..... | 64 |
| Tabla 20 Características conductor conexión con transformador de potencia..... | 64 |
| Tabla 21 Características conductor conexión con transformador de SSAA..... | 64 |
| Tabla 22 Características línea MT..... | 65 |
| Tabla 23 Características asignadas transformador de potencia 132/30 kV..... | 65 |
| Tabla 24 Características asignadas reactancia de puesta tierra..... | 65 |
| Tabla 25 Características asignadas resistencia de puesta tierra..... | 66 |
| Tabla 26 Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases..... | 66 |
| Tabla 27 Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases..... | 67 |
| Tabla 28 Distancia a pasillos y zonas de protección en instalaciones interiores..... | 67 |
| Tabla 29 Funciones protectoras primarias circuitos AT..... | 69 |
| Tabla 30 Funciones protectoras secundarias circuitos AT..... | 69 |
| Tabla 31 Funciones protección de barras..... | 70 |
| Tabla 32 Funciones protección de interruptor..... | 71 |
| Tabla 33 Funciones protectoras primarias baterías de condensadores..... | 71 |
| Tabla 34 Funciones protectoras secundarias baterías de condensadores..... | 72 |
| Tabla 35 Resumen características básicas línea de evacuación..... | 73 |
| Tabla 36 Emplazamiento línea de evacuación..... | 74 |
| Tabla 37 Organismos afectados en el trazado de la línea subterráneo..... | 76 |
| Tabla 38 Características nominal conductor línea subterránea..... | 81 |
| Tabla 39 Composición conductor línea subterránea..... | 81 |
| Tabla 40 Dimensiones conductor línea subterránea..... | 81 |
| Tabla 41 Características eléctricas conductor línea subterránea..... | 81 |
| Tabla 42 Tensiones de aislamiento..... | 83 |
| Tabla 43 Características nominal conductor línea subterránea..... | 90 |
| Tabla 44 Composición conductor línea subterránea..... | 90 |
| Tabla 45 Dimensiones conductor línea subterránea..... | 90 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 46 Características eléctricas conductor línea subterránea | 90 |
| Tabla 47 Tensiones de aislamiento | 92 |
| Tabla 48. RBDA Planta Fotovoltaica | 101 |
| Tabla 49 RBDA Línea de evacuación..... | 107 |
| Tabla 50. Factor de corrección por la temperatura ambiente distinta de 40 ° C. | 109 |
| Tabla 51. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos..... | 110 |
| Tabla 52. Tecsun H1Z2Z2-K..... | 110 |
| Tabla 53. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C..... | 111 |
| Tabla 54. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 Km/W | 111 |
| Tabla 55. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicas o ternas de cables unipolares | 112 |
| Tabla 56. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación | 112 |
| Tabla 57. Intensidad máxima de cada sección | 112 |
| Tabla 58. Factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40°C..... | 115 |
| Tabla 59. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos..... | 115 |
| Tabla 60. Intensidad máxima admisible para cable de 0,6/1 kV de conductor de cobre instalado al aire en galería..... | 116 |
| Tabla 61. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno | 117 |
| Tabla 62 Resistencias a 90° C..... | 121 |
| Tabla 63 Reactancias a 90° C | 121 |
| Tabla 64 Temperaturas en servicio permanente y en cortocircuito | 122 |
| Tabla 65 Intensidades máximas admisibles en servicio permisible | 122 |
| Tabla 66 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C | 123 |
| Tabla 67 Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W | 124 |
| Tabla 68 Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares..... | 124 |
| Tabla 69 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m | 125 |
| Tabla 70 Reactancia del cable a 90°C en función de su sección | 128 |
| Tabla 71 Resultados circuito 1 colectora..... | 129 |
| Tabla 72 Resultados circuito 2 colectora..... | 129 |
| Tabla 73 Resultados circuito 3 colectora..... | 130 |
| Tabla 74 Resultados circuito 4 colectora..... | 130 |
| Tabla 75 Resistencias a 90° C..... | 131 |
| Tabla 76 Reactancias a 90° C | 131 |
| Tabla 77 Temperaturas en servicio permanente y en cortocircuito | 132 |
| Tabla 78 Intensidades máximas admisibles en servicio permisible | 132 |
| Tabla 79 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C | 133 |
| Tabla 80 Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W | 133 |
| Tabla 81 Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares..... | 134 |
| Tabla 82 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m | 134 |
| Tabla 83 Potencia a transportar de la instalación | 137 |
| Tabla 84 Reactancia del cable a 90°C en función de su sección | 137 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 85 Resistencias a 90° C..... | 139 |
| Tabla 86 Reactancias a 90° C | 139 |
| Tabla 87 Temperaturas en servicio permanente y en cortocircuito | 140 |
| Tabla 88 Intensidades máximas admisibles en servicio permisible | 140 |
| Tabla 89 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C | 141 |
| Tabla 90 Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W | 141 |
| Tabla 91 Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares..... | 142 |
| Tabla 92 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m | 142 |
| Tabla 93 Potencia a transportar de la instalación | 145 |
| Tabla 94 Reactancia del cable a 90°C en función de su sección | 145 |
| Tabla 95. Resultados de cálculos eléctricos | 147 |

CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

| NOMBRE DEL PROYECTO | Planta Fotovoltaica "LEÓN" |
|---|---|
| DATOS PROMOTOR | EXPANSIÓN FOTOVOLTAICA, S.L |
| • CIF | B-09605387 |
| • DOMICILIO | BURGOS |
| POTENCIA INSTALADA | 31,04 MW |
| POTENCIA NOMINAL | 30 MW |
| ENERGÍA PRODUCIDA | 67.555 MWh/año |
| PRODUCCIÓN ESPECÍFICA | 2177 kWh/kWp/año |
| PERFORMANCE RATE (PR) | 81,26 % |
| UBICACIÓN | Gerena/Sevilla/Andalucía |
| TIPO DE MÓDULOS | Silicio monocristalino |
| Nº DE MÓDULOS | 56.432 |
| CONFIGURACIÓN | Seguidor a un eje (N-S) |
| POTENCIA DE MODULO | 550 Wp |
| CENTROS DE TRANSFORMACIÓN TIPO 1 (SKID) | 15 |
| • N.º DE INVERSORES / SKID | 15 |
| • POTENCIA INVERSORES | 2.000 kW |
| • N.º TRANSFORMADORES / SKID | 15 |
| • POTENCIA TRANSFORMADORES | 2 MVA |
| SUBESTACIÓN ELEVADORA | 30/66 kV |
| • POTENCIA | 40 MVA |
| LÍNEA DE EVACUACIÓN | 29,23 km |
| ○ CONFIGURACIÓN | SUBTERRÁNEA |
| ○ TENSIÓN | 30 kV |
| ○ CONDUCTOR | 18/30 kV 2x (3x 630mm ²) Al |
| LÍNEA DE EVACUACIÓN | 6,29 km |

| | |
|-----------------|--|
| ○ CONFIGURACIÓN | SUBTERRÁNEA |
| ○ TENSIÓN | 66 KV |
| ○ CONDUCTOR | RH5Z1 66 Kv 1x (3x400 mm ²) Al |

Tabla 1 Resumen características básicas

CAPÍTULO I. MEMORIA

1. OBJETO

El objeto del presente Proyecto es la descripción de las características técnicas de la Instalación Solar Fotovoltaica "LEÓN" de 30MWn, subestación elevadora de 30/66 kV y su línea de evacuación subterránea hasta la Subestación TOMARES en el término municipal de Tomares (Sevilla), con el fin de tramitación ante las distintas Autoridades con el objeto de obtener las Licencias necesarias para la ejecución.

Se describirán las instalaciones eléctricas en Baja Tensión, de corriente continua y de corriente alterna para un sistema de generación de energía eléctrica mediante el empleo de energía solar fotovoltaica (generador fotovoltaico). Además de la Línea de Media Tensión, en adelante LMT, y la Subestación Elevadora, en adelante SET, para evacuar dicha energía.

Este proyecto ha sido redactado con el fin de tramitación ante las distintas Autoridades con el objeto de obtener las Licencias necesarias para la ejecución. Una vez obtenidos los permisos de los distintos organismos de la Administración se desarrollarán los correspondientes proyectos que permitan la ejecución de las obras.

En consecuencia, la redacción del presente Proyecto tiene como finalidad la descripción de todas aquellas condiciones técnicas de conexión y seguridad de la instalación para el correcto funcionamiento, por lo que se pretenden alcanzar dos objetivos bien definidos:

- Fomentar la energía solar fotovoltaica como fuente alternativa de producción de energía.
- Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en la generación de energía eléctrica.

2. ANTECEDENTES

El proyecto se ha tramitado con expedientes **288.627** (planta solar y subestación elevadora) y expediente ambiental **AAU/SE/0750/2021/N**

Para la implantación de la planta fotovoltaica “LEÓN” y su línea de evacuación al punto de conexión proporcionado por Endesa en la SET TOMARES en el término municipal de Tomares se han tenido en cuenta el Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de Gerena, Olivares, Salteras, Valencina de la Concepción, Espartinas, Bormujos, Tomares y San Juan de Aznalfarache y la normativa urbanística involucrada en el desarrollo de dicha planta fotovoltaica.

Se hace constar lo siguiente:

- Que, a fecha de 24 de octubre de 2020, Endesa concede punto de conexión en su SET “TOMARES”.
- Que, a fecha 12 de febrero de 2021 se concede, por parte de Red Eléctrica, la aceptabilidad desde la perspectiva de la operación del sistema por afección a la red de transporte en la subestación TOMARES 66 kV para el acceso a la red de distribución de generación renovable.
- Que, a fecha de 26 de marzo de 2021, Endesa concede el pliego de condiciones técnicas y el presupuesto económico de la conexión, también conocidos como CTEs.
- Que, a fecha 04 de agosto de 2021, se admite a trámite el proyecto para la adquisición de la autorización administrativa previa por parte de la Consejería de Hacienda y Financiación Europea de la Delegación del Gobierno de la Junta de Andalucía en Sevilla con número de expediente **288.627**.

Que, por parte de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de que la actuación prevista se encuentra sometida a Autorización Ambiental Unificada, el Servicio de Protección Ambiental le asigna el expediente **AAU/SE/0750/2021/N**.

3. TITULAR

La entidad promotora de la actuación es la siguiente:

- EXPANSIÓN FOTOVOLTAICA S.L. CIF: B-09605387.

La dirección de contacto a efectos de notificaciones relacionadas es la siguiente:

- Avenida de los Reyes Católicos, 4, 9ºB, 09004, Burgos

4. SITUACIÓN

Las instalaciones objeto de esta Memoria se ubicarán en el Municipio de Gerena, Provincia de Sevilla.

El proyecto se encuentra dentro del citado municipio en las coordenadas:

- Latitud: 37.531523°
- Longitud: -6.175814°

A continuación, se muestra una imagen con la implantación de la futura planta fotovoltaica y su línea de evacuación:

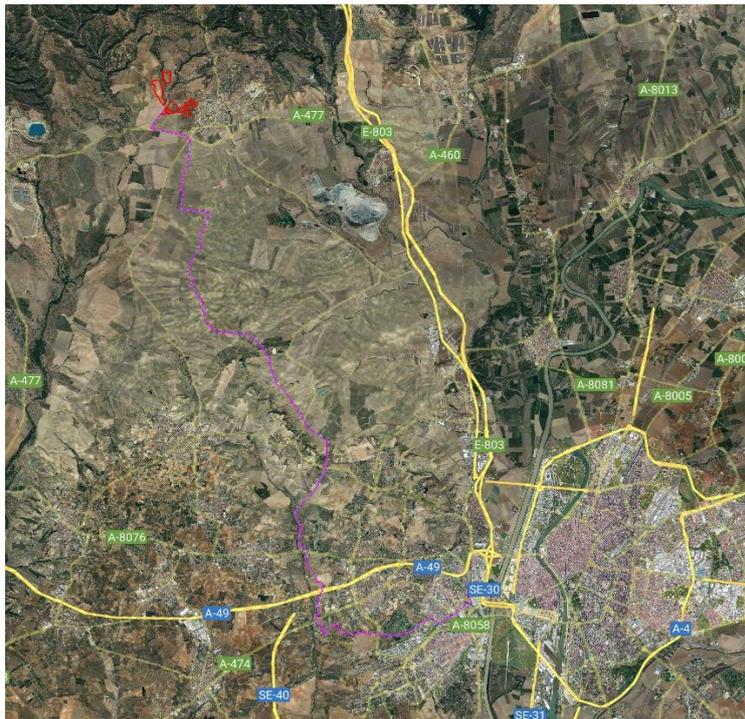


Ilustración 1 Situación

Gerena es una localidad y un municipio de España, ubicada en Andalucía, al sur del País.

Con una población de 7.541 habitantes. Está situada en el noroeste, a unos 22 km aproximadamente de Sevilla. Su término municipal ocupa una extensión de 130,9 km². El terreno es relativamente óptimo para la instalación de paneles fotovoltaicos debido a la morfología del mismo, siendo este con determinadas pendientes de consideración. Por este motivo, se optará por estructura de seguidor un eje Norte-Sur.

Las zonas quedarán limitadas por su correspondiente vallado.

El acceso a la Planta fotovoltaica se podrá realizar desde la carretera provincial SE-527, y desde la autopista A-477.



4.1. Superficie ocupada

La superficie total prevista es de 58,22 hectáreas que corresponderán a la propia instalación y estarán delimitadas por el vallado perimetral y sus puertas de acceso.

El vallado perimetral tiene una longitud total aproximada de 9.888 metros lineales y una altura de 2,5 metros. El vallado será de malla tipo cinegética instalado con postes anclados al terreno mediante zapatas aisladas de dimensiones 30 x 30 x 40 cm.

El vallado se realizará de tal forma que no impida el tránsito de la fauna silvestre, deberá carecer de elementos cortantes o punzantes y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras.

4.2. Emplazamiento

La planta se encontrará situada en las siguientes fincas en el término municipal de Gerena, en la provincia de Sevilla:

| TERMINO MUNICIPAL | POLÍGONO | PARCELAS | AFECCIÓN | REF. CAT. |
|-------------------|----------|----------|-----------|----------------|
| Gerena | 2 | 138 | Ocupación | 41045A00200138 |
| Gerena | 2 | 124 | Ocupación | 41045A00200124 |
| Gerena | 2 | 20 | Ocupación | 41045A00200020 |
| Gerena | 12 | 20 | Ocupación | 41045A01200020 |
| Gerena | 12 | 19 | Ocupación | 41045A01200019 |
| Gerena | 12 | 18 | Ocupación | 41045A01200018 |
| Gerena | 12 | 16 | Ocupación | 41045A01200016 |
| Gerena | 12 | 17 | Zanja | 41045A01200017 |
| Gerena | 12 | 8 | Ocupación | 41045A01200008 |

Tabla 2 Parcelario Planta fotovoltaica

4.3. Organismos afectados

Una vez estudiada la ubicación de la planta para llevar a cabo la identificación de los posibles organismos afectados, se han identificado las siguientes afecciones:

| NOMBRE | ORGANISMO | REF. CAT | COORD X. | COORD Y. |
|------------------------|--|----------------|-----------|------------|
| Arroyo Trujillo | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41045A01209007 | 749662.58 | 4158330.48 |
| Cordel Arrieros | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41045A01209003 | 749588.76 | 4157579.17 |

Tabla 3 Afecciones Planta Fotovoltaica

5. NORMATIVA APLICADA

El documento se define de acuerdo a la legislación nacional aplicable, reglamentos y normas técnicas vigentes, y Directivas de la Unión Europea, siendo las siguientes de aplicación:

5.1. Directivas comunitarias aplicables

- **Directiva 92/31/CEE** del consejo de 28 de abril de 1992, por el que se modifica la directiva 89/336/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre compatibilidad electromagnética (publicada en el D.O. nº L126 de 12/05/1992 p. 0011).
- **Directiva 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO** de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- **Directiva 2018/2001** del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

5.2. Legislación eléctrica aplicable

- **Ley 24/2013** de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Orden ITC/3860/2007** de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Real Decreto 1955/2000** de 1 de Diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Real Decreto 1432/2002** de 27 de Diciembre, por el que se establece la metodología para la aprobación o modificación de la tarifa eléctrica media o de referencia, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Decreto 842/2002, de 2 de Agosto)** e instrucciones Técnicas Complementarias, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Pliogo de Condiciones Técnicas** de Instalaciones Conectadas a Red establecidas por el IDAE en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PCT-C.-Octubre 2002).
- **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- **Real Decreto 1454/2005**, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- **Real Decreto 1381/2008**, de 1 de agosto, por el que se establecen dos certificados de profesionalidad de la familia profesional Energía y agua que se incluyen en el Repertorio Nacional de certificados de profesionalidad.

- **Real Decreto 187/2016**, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión
- **Real Decreto 1110/2007**, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Normas UNE y recomendaciones UNESA.**
- **Normas y recomendaciones** de diseño del edificio del centro de transformación.
 - UNE-EN 62271-202:2015: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
 - RU 1303: Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
 - NBE-X: Normas básicas de la edificación.

5.3. Legislación obra civil aplicable

- **Código Técnico de la Edificación**, DB SE-AE, Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Código Técnico de la Edificación**, DB SE-C, Seguridad estructural: Cimientos. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

5.4. Legislación seguridad e higiene aplicable

- **Orden de 9 de mayo de 1971** por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y sus modificaciones posteriores.
- **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **Real Decreto 1627/97** por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras en construcción.
- **Real Decreto 2177/2004**, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Real Decreto 487/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, y todas las actualizaciones que le afecten.
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **Real Decreto 187/2016**, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

- **Resolución de 8 de abril de 1999**, sobre delegación de facultades en materia de seguridad y salud en las obras de construcción, complementa al Art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **Ley 54/2003**, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de riesgos laborales.
- **Real Decreto 171/2004**, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- **Real Decreto 1311/2005**, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

5.5. Legislación medio ambiente aplicable

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales.
- Decreto 5/2012, de 17 de enero, por el que se regula la autorización ambiental integrada y se modifica el Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada. (Modificado por el Decreto 109/2015, de 17 de marzo el artículo 14.1F9 y queda sin contenido el Anexo VII epígrafes 1,2 y 3)
- Ley 3/2015, de 29 de diciembre, de Medidas en Materia de Gestión Integrada de Calidad Ambiental, de Aguas, Tributaria y de Sanidad Animal.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada

5.6. Legislación aplicable a subestación

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 01 a 51.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- RD 1110/2007: Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Orden 12 de abril de 1999).
- RD 2267/2004: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

- RD 1066/2001: Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas.
- RD 1367/2007: Real Decreto por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 22/2011 de Residuos y suelos contaminados.
- RD 1890/2008: Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21-06-01).
- Especificaciones Particulares y Proyectos Tipo de Subestaciones de EDE publicados en el Ministerio.
- Normas UNE y cualquier otra reglamentación nacional, autonómica o local vigente.

5.7. Otras disposiciones

- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas
- **Este Pliego es de aplicación** en su integridad a la evacuación de instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendida en su totalidad a la red de distribución.
- Será de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas, en concreto:
 - Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y todas las actualizaciones que le afecten.
 - **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.

6. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

La Planta Solar Fotovoltaica “LEÓN”, objeto de esta memoria, se contempla como una sola instalación de 30.000 kW nominales, cuya superficie total en planta, es de aproximadamente 58,22 Ha. Los módulos se dispondrán en posición fija orientados al sur.

Para generar esta potencia se dispondrán 15 inversores trifásicos de 2 MW, a los cuales se conectarán 3.527 strings en total. Al primero de los inversores de 2 MW le entrarán 237 strings de 16 módulos, mientras que los restantes 3.290 strings entrarán a los 14 inversores lo que equivaldría a 235 strings de 16 módulos por inversor.

En resumen, la instalación cuenta con 15 Power Stations, formadas por un inversor Siemens Sinvert PVS2000 de 2.000 kW y un transformador de 30.000/288 kV de 2 MVA. La potencia de salida de los inversores será entonces 30 MW, que es la potencia nominal de la planta.

A dichas estaciones de potencia entran el total de 3.527 strings de 16 módulos de 550 Wp, sumando una potencia pico de 31,04 MWp.

| CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS | VALOR | UNIDAD |
|---|--------|--------|
| Potencia fotovoltaica instalada | 31,04 | MWp |
| Potencia nominal | 30 | MW |
| N.º de módulos | 56.432 | Ud. |
| N.º módulos por serie | 16 | Ud. |
| N.º de inversores | 15 | Ud. |
| Tensión de salida AC Power Station | 30 | kV |

Tabla 4 Características planta fotovoltaica

La energía producida en los subcampos será conducida mediante una red colectora de media tensión enterrada hasta ser evacuada en la futura subestación elevadora de la planta de 30/66 kV.

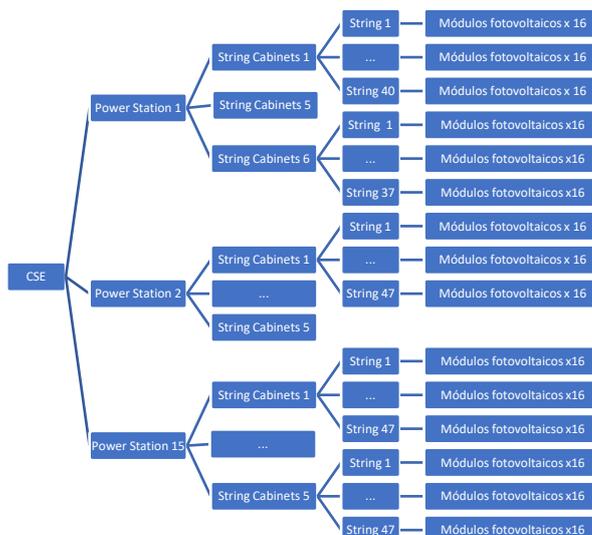


Ilustración 2 Esquema de configuración de la planta

Se asegura un grado de aislamiento eléctrico mínimo de tipo básico clase II en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (conductores, cajas, armarios de conexión,).

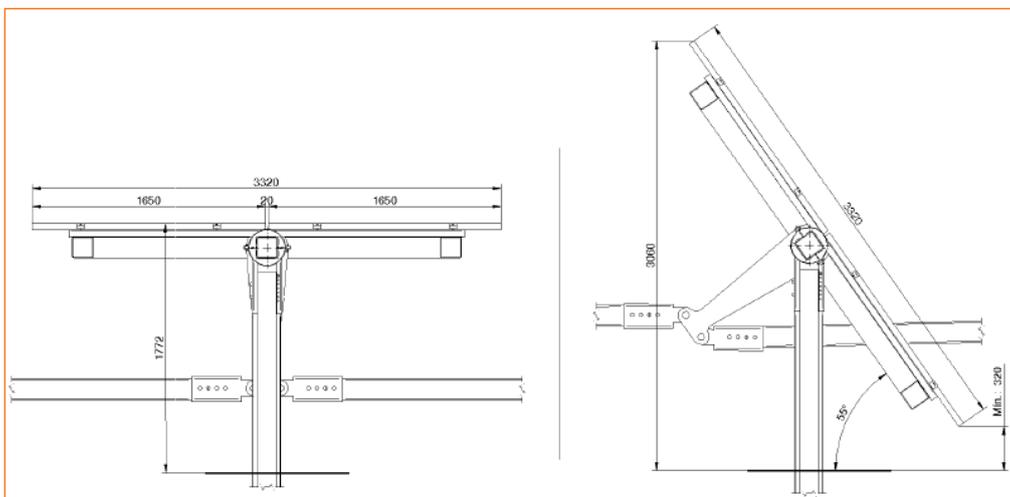
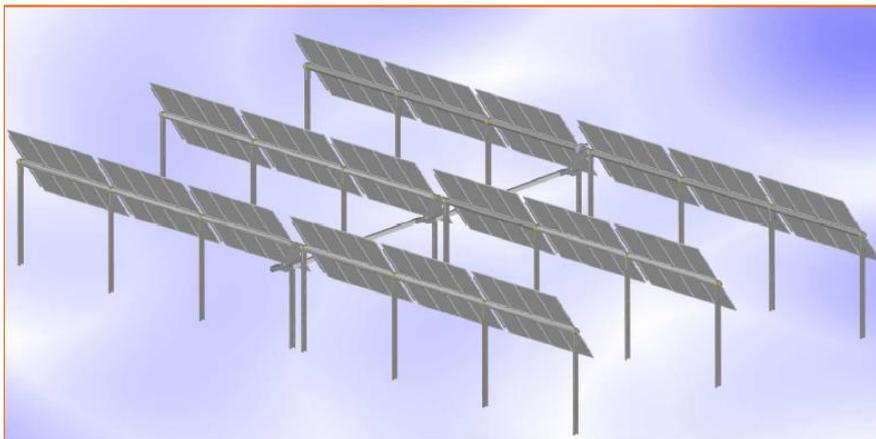
La instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

6.1. Descripción general

La instalación se llevará a cabo en la Provincia de Sevilla y Municipio de Gerena. Dentro de las parcelas, se ubicará la instalación en la zona más propicia, es decir, en la zona que reúne las condiciones oportunas como máxima cercanía con la línea de evacuación, zona con las menores pendientes y libre de afecciones ambientales.

Se totaliza una superficie real de 58,22 Ha.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre un seguidor a un eje polar N-S con un campo de giro que abarca entre -55° y 55° . En las figuras se muestra la disposición de un seguidor a un eje polar N-S.



La configuración planteada para esta planta fotovoltaica es de agrupación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos, dispuestos sobre estructura de seguidores solares a un eje.

Según los cálculos eléctricos, con el módulo de 550 Wp seleccionado, la configuración eléctrica en corriente continua elegida supone la conexión de cadenas (o strings) de 16 módulos en serie.

Mediante los inversores, a través de procesos electrónicos, se convertirá la energía en corriente continua suministrada por las distintas agrupaciones de módulos en energía en corriente alterna en baja tensión, para que posteriormente sean los transformadores, ubicados también en la Power Station, los que eleven la tensión al valor necesario de media tensión para su recolección en la subestación mediante una red subterránea.

Dicha red subterránea llevará la energía generada mediante una línea subterránea de alta tensión de 66 kV para que evacue en el punto de conexión designado a tal efecto en la SET TOMARES, propiedad de ENDESA.

Todos los equipos planteados cumplirán con la normativa vigente.

6.2. Descripción de los principales componentes

6.2.1. *Generador fotovoltaico*

Se denomina generador fotovoltaico al conjunto de módulos fotovoltaicos encargados de transformar sin ningún paso intermedio la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.

Los módulos fotovoltaicos de la planta fotovoltaica están constituidos por células fotovoltaicas cuadradas de silicio monocristalino de alta eficiencia, capaces de producir energía con bajos índices de radiación solar. Este hecho asegura una producción que se extiende desde el amanecer hasta el atardecer, aprovechando toda la energía que es suministrada por el sol. Dichos módulos disponen de las acreditaciones de calidad y seguridad exigidas por la Comunidad Europea.

Las conexiones redundantes múltiples en la parte delantera y trasera de cada célula ayudan a asegurar la fiabilidad del circuito del módulo.

Gracias a su construcción con marcos laterales de aluminio anodizado y el frente de vidrio, de conformidad con estrictas normas de calidad, estos módulos soportan las inclemencias climáticas más duras, funcionando eficazmente sin interrupción durante su larga vida útil.

Las células de alta eficiencia están totalmente embutidas en EVA y protegidas contra la suciedad, humedad y golpes por un frente especial de vidrio templado de alta transmisividad. Aunque habitualmente los módulos fotovoltaicos se encuentran protegidos en la parte posterior por una combinación de distintos polímeros, en este caso utilizaremos módulos bifaciales los cuales, en lugar de esta lámina de polímeros, se encuentran protegidos en su parte posterior por otro vidrio de características similares al de la parte frontal.

La caja de conexión lleva incorporados los diodos de derivación, que evitan la posibilidad de avería de las células y su circuito, por sombreados parciales de uno o varios módulos dentro de un conjunto, junto con un grado de protección IP-68.

Cada módulo fotovoltaico dispone de su identificación individual en cuanto al fabricante, modelo y número de serie. Con dicho número de serie se puede realizar tanto una trazabilidad de la fecha de fabricación como de las características eléctricas del módulo.

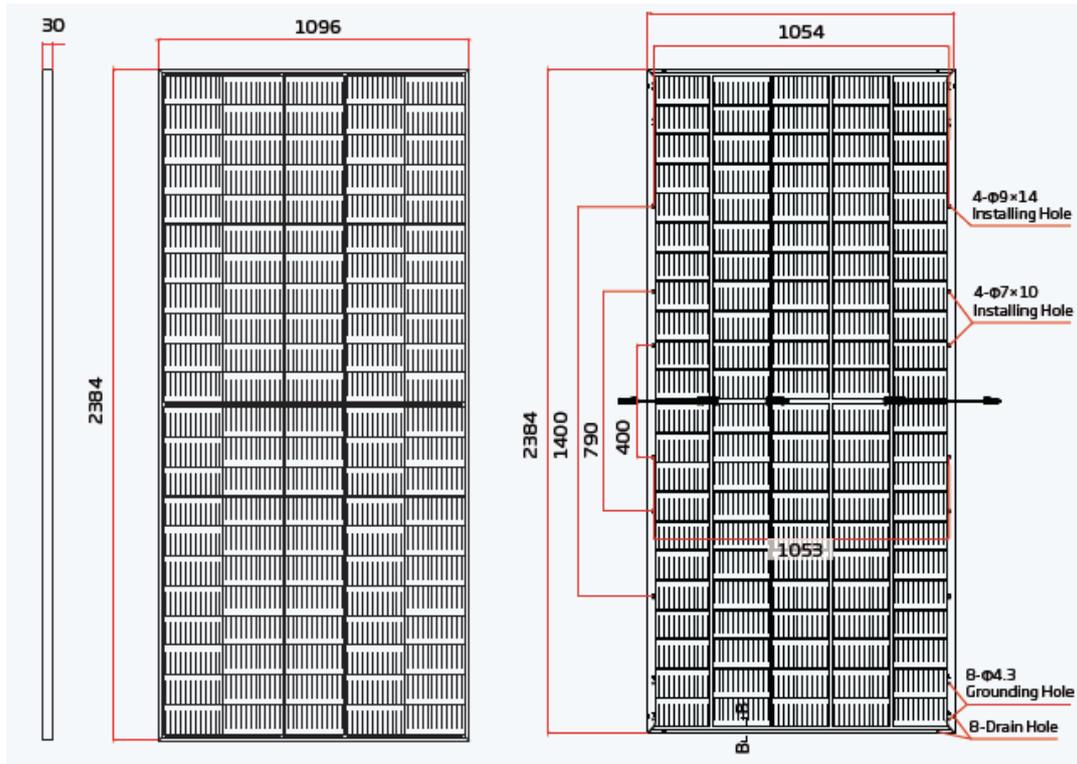


Ilustración 3 Dimensión módulo

La planta solar fotovoltaica LEÓN estará formada por 56.432 módulos del siguiente fabricante:

TRINA SOLAR, modelo Vertex TSM-550DEG19C.20 de 550 Wp, o similar

En la siguiente tabla, se resumen las principales características del módulo seleccionado:

| MODULO FOTOVOLTAICO | | |
|----------------------|------------------|--------|
| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | UNIDAD |
| Fabricante | Trina Solar | |
| Modelo | TSM-550DEG19C.20 | |
| Potencia | 550 | Wp |
| Mono/Poli | Monocrystalino | |
| DATOS ELÉCTRICOS | | |
| Nº Células | 132 | |
| V_{MPP} | 38,00 | V |
| I_{MPP} | 17,51 | A |
| V_{OC} | 45,90 | V |
| I_{sc} | 18,57 | A |
| Eficiencia | 21,4 | % |
| Tensión máxima (IEC) | 1500 | V (DC) |
| DATOS MECÁNICOS | | |
| Altura | 2384 | mm |
| Anchura | 1303 | mm |
| Profundidad | 35 | mm |
| Peso | 33,9 | kg |

Tabla 5 Parámetros módulo fotovoltaico



Ilustración 4 Panel

6.2.2. Inversores

Los inversores son los encargados de convertir la corriente continua generada en los módulos fotovoltaicos en corriente alterna sincronizada con la de la red.

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir del momento en el que los módulos solares generan energía suficiente para su arranque, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. Una vez que ésta es suficiente, el aparato comienza a inyectar a la red. Los inversores incluyen todas las protecciones necesarias para que un fallo en el funcionamiento de las plantas no repercuta en la red a la que se conectan.

Los inversores disponen de un sistema de comunicaciones vía Ethernet o WLAN y mediante los correspondientes accesorios se pueden integrar soluciones inalámbricas o RS485, así como componentes de control meteorológico.

En la planta solar proyectada, para cubrir las necesidades de energía generada prevista se prevé la instalación de 15 inversores trifásicos de 2.000 de potencia nominal de salida del fabricante Siemens o similar, modelo Sinvert PVS 2000.

Los inversores deben ser capaces de trabajar según los requerimientos que se apliquen en el correspondiente Código de Red impuesto por la Compañía Eléctrica.

Se muestra a continuación un resumen de las características técnicas principales que deberán cumplir los inversores seleccionados:

| INVERSOR | |
|------------|-------------|
| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN |
| Fabricante | Siemens |

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Modelo | Sinvert PVS 2000 |
| DATOS ELÉCTRICOS | |
| Potencia nominal del inversor | 2.000 kW |
| Intensidad máxima del inversor | 4.008 A |
| Rango de tensiones MPP | 450-750 Vcc |
| Máxima tensión de entrada | 1.000 Vcc |
| Tensión de salida | 288 V |
| Factor de potencia | 1 |
| Temperatura de trabajo | -25...+70 °C |
| Frecuencia | 50 Hz |
| Rendimiento | 98,4 % |
| Sistema de refrigeración | Forzada mediante ventilador |
| DATOS MECÁNICOS | |
| Dimensiones | 2.100x730x10.800 mm |
| Grado de protección | IP-20 |
| Peso | 8.340 kg |

Tabla 6 Parámetros inversor

6.2.3. Centros de transformación

Los centros de transformación prefabricados están formados por una envolvente de hormigón de estructura monobloque que contara en su interior con los equipos eléctricos principales, tales como celdas de MT, transformador de BT/MT y armarios de BT y comunicaciones.

La envolvente es de hormigón armado vibrado, y se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Se dispondrán 15 centros de transformación conectados en varios circuitos hasta la subestación de la planta, para la recogida de la energía eléctrica convertida por los inversores para posteriormente ser transformada de nuevo en la subestación.

Las características genéricas de los centros de transformación son las siguientes:

- Celdas de línea, para la conexión hacia el centro de transformación siguiente o hacia la subestación, donde se situará el seccionamiento y la medida de la instalación.
- Una celda de protección para el transformador MT/BT equipado con fusible para protección.
- Un transformador de potencia de 2 MVA, 30/0,288 kV.
- Armario de comunicaciones.
- Armarios auxiliares de baja tensión equipados con interruptores magnetotérmicos, tanto general como individuales para cada una de las llegadas de los inversores. Se completará con interruptores diferenciales para los servicios auxiliares necesarios.
- Se dotará al centro de transformación de su correspondiente red de tierras perimetral según las exigencias de este tipo de instalaciones.

De cada centro de transformación partirá una línea subterránea de media tensión a 30 kV hasta el siguiente CT y por último hasta la subestación elevadora para evacuar la energía generada.

6.2.3.1. CELDAS MT

Estos equipos incorporan la aparamenta de maniobra para el nivel de tensión de 30 kV en el interior de recintos blindados en atmósfera de gas SF6.

Las características principales de estos equipos son:

| CELDAS 30 kV | |
|---|------------------------|
| Tipo | Aislamiento SF6 |
| Tensión nominal asignada | 36 kV |
| Tensión de ensayo de corta duración (1 min) a 50 Hz | 70 kV |
| Tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50) μs | 170 kV |
| Intensidad asignada de corta duración (1 s) | 25 kA |
| Poder de cierre nominal de cortocircuito | 40 kA |

Tabla 7 Características celdas

La maniobra de puesta a tierra en las cabinas equipadas con un seccionador de tres posiciones se realiza siempre a través del interruptor, mediante un accionamiento separado.

Los seccionadores de tres posiciones del embarrado general van acoplados a los interruptores de potencia mediante enclavamientos mecánicos adecuados, así se consigue que los seccionadores únicamente puedan accionarse estando desconectado el interruptor y éste pueda accionarse a su vez en determinadas posiciones definidas del seccionador.

6.2.3.2. TRANSFORMADOR DE MEDIA TENSIÓN

Los Centros de transformación contienen un transformador trifásico con las siguientes características principales:

TRANSFORMADOR

| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | UNIDAD |
|--------------------|-------------|--------|
| Potencia nominal | 2,000 | kVA |
| Frecuencia | 50 | Hz |
| Tensión Primario | 30 | kV |
| Tensión Secundario | 0,288 | kV |

Los transformadores descritos están sometidos a los ensayos descritos en la serie de normas IEC 60076:

- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.
- Medida de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas debidas a la carga.
- Medida de las pérdidas y la corriente en vacío.
- Ensayos dieléctricos individuales:
 - Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial.
 - Ensayo de tensión inducida.

6.2.4. Cableado BT

Los conductores serán de cobre y de aluminio, y tendrán una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de corriente continua han de tener la sección suficiente para evitar que la caída de tensión sea superior al 1,5%, y los conductores de la parte de corriente alterna han de tener una sección adecuada para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%, teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente. Todo el cableado en continua será adecuado para su uso a la intemperie según la norma UNE 21123.

El cableado se conducirá de forma que tenga el menor impacto visual posible.

El tipo de cable que se empleará en los circuitos de corriente continua será RZ1-K 0,6/1,5kV, cuyas características técnicas principales son las que se muestran a continuación:

- Preparado para tensiones de 0,6/1,5 kV en corriente alterna y hasta 1,8 kV en corriente continua.
- No propagador de llama, UNE-20432.1 (IEC-332.1).
- Conductor de Cu: clase 5.
- Aislamiento: XLPE.
- Cubierta: Poliolefina termoplástica libre de halógenos
- Temperatura máxima de utilización: 90 °C.
- Características constructivas: UNE-21123 (P-2)

El tipo de cable que se empleará en los circuitos de corriente alterna será AL-XZ1 0,6/1,5kV, cuyas características técnicas principales son las que se muestran a continuación:

- Preparado para tensiones de 0,6/1,5 kV en corriente alterna y hasta 1,8 kV en corriente continua.
- No propagador de llama, UNE-20432.1 (IEC-332.1).
- Conductor de Al: clase 2.
- Aislamiento: XLPE.
- Cubierta: Poliolefina termoplástica libre de halógenos
- Temperatura máxima de utilización: 90 ° C.
- Características constructivas: UNE-21123 (P-2)

Los colores de los conductores aislados estarán de acuerdo con la norma UNE 21.089.

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en las instrucciones ITCBT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21.

Cada extremo del cable habrá de suministrarse con un medio autorizado de identificación. Este requisito tendrá vigencia especialmente para todos los cables que terminen en la parte posterior o en la base de un cuadro de mandos, y en cualquier otra circunstancia en que la función del cable no sea evidente de inmediato.

Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, resistentes a radiación UV, firmemente sujetas al cajetín que precinta el cable o al cable.

Además, los conductores de todos los cables de control habrán de ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas, que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

Por su parte, los módulos fotovoltaicos cuentan con unos cables multicontacto de fácil conexión para conectarlos en serie. Estos cables son de una sección de 1x4 mm², longitud especificada por el fabricante y equipados con conector tipo MC4 EV02/TS4 o compatible. La conexión de los positivos y negativos de cada una de las ramas con el inversor se hará a través de conductores de cobre aislados tipo RZ1-K 0.6/1,5 kV UNE 21123 IEC 502 90.

6.2.5. Cableado MT

La conexión entre los CT se realizará en cable de aluminio unipolar tipo RHZ1, para una tensión nominal de 18/30 kV y una tensión máxima de 36 kV con aislamiento en polietileno reticulado (XLPE), de sección 90, 150, 240 o 400 mm².

6.2.6. Puesta a tierra

La planta estará provista de una puesta a tierra con cable desnudo de cobre de 35 mm² con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación.

Esta puesta a tierra estará formada por los cables de puesta a tierra de acompañamiento a lo largo de las correspondientes zanjas de BT y MT, el anillo formado para la puesta a tierra del centro de transformación, así como las derivaciones para conectarse con el cerramiento perimetral y con las estructuras metálicas contenidas en el campo fotovoltaico formadas por los seguidores solares, se complementará con picas y soldaduras aluminotérmicas para conseguir una red equipotencial de la zona.

La red de puesta a tierra seguirá las normas correspondientes: el Reglamento electrotécnico de baja tensión (Real Decreto 842/2002), la IEC-61400 y el Reglamento de Instalaciones eléctricas de alta tensión (Real Decreto 337/2014).

6.2.7. Sistema de monitorización

El objetivo del sistema de monitorización/adquisición es comprobar los datos de producción de la planta y constituye la herramienta principal para el cumplimiento de las condiciones de operación y mantenimiento inherentes a un sistema fotovoltaico.

Sobre la Arquitectura Hardware, el primer nivel de adquisición de señales se realizará en las unidades RTU, instaladas en cada Centro de Transformación, con objeto de recoger las señales asociadas a cada subsistema.

- Las funciones del RTU son:
- Comunicar con los inversores.
- Comunicar con las estaciones meteorológicas.
- Comunicar con la subestación.
- Comunicar con el regulador de potencia de planta.
- Comunicar con los contadores de facturación.
- Captar señales digitales de las protecciones de Servicios auxiliares, celdas de MT, estado de dispositivos, entre otros.

6.2.8. Distribución de cuadros y protecciones

Se dotará a la instalación de todo un sistema de protección frente a sobreintensidades mediante interruptores magnetotérmicos, sobretensiones mediante descargadores de tensión y contactos directos e indirectos mediante interruptores diferenciales.

Debido a la configuración de los inversores y su tecnología, los strings se conectarán directamente con las correspondientes entradas de CC del inversor sin necesidad de utilizar fusibles. Los inversores estarán dotados de un seccionador en CC y protección contra sobretensiones tanto en su lado de CC como CA.

Una vez convertida la CC en CA mediante los inversores se unirán mediante sendas líneas de BT la salida de CA de éstos con sus respectivos interruptores magnetotérmicos en los cuadros ubicados en los centros de transformación, para posteriormente elevar la tensión a 30 kV mediante el transformador BT/MT.

6.2.9. Protecciones

La instalación cumple con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (art. 14), y sus modificaciones según el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

6.3. Obra civil

La obra civil del proyecto se compone de las siguientes actuaciones:

1. Acondicionamiento del terreno consistente en el desbroce de las zonas de trabajo, paso y accesos en la parcela, con movimiento de tierras y compensación de tierras si es necesario.
2. Realización de viales interiores y perimetral, con acabado superficial de zahorras, cuya traza permita el tráfico de vehículos pesados, y el tránsito posterior de vehículos de explotación y mantenimiento de la instalación.
3. Vallado perimetral tipo cinagético de 2,5 metros de altura. Colocado sobre postes anclados al terreno mediante zapatas aisladas de dimensiones 30 x 30 x 40 cm.
4. Zanjas y arquetas de registro
 - Red de BT: Las zanjas tendrán por objeto alojar los circuitos de corriente continua que van desde el generador fotovoltaico hasta los correspondientes inversores; los circuitos necesarios de alimentación, comunicaciones, iluminación y vigilancia, así como la red de tierras.
 - Red de MT: las zanjas de media tensión albergará el circuito de 30 kV que unirán el centro de transformación con el centro de transformación del cliente.

La red de zanjas se trazará en paralelo a los caminos en la medida que sea posible para facilitar la instalación y minimizar la afección al entorno.

Las zanjas en toda la instalación tendrán una anchura mínima de 0,60 m y máxima de 1,20 m (variable en función del número de tubos que discurran por la misma) y una profundidad de hasta 1,20 m. Los cables se cubrirán una placa de PVC para protección mecánica. La zanja se tapaná con relleno de tierras procedentes de la excavación, y se indicará la presencia de cables con una baliza de señalización (cinta plástica) a cota – 0,30 m.

Para el cruce de viales, se prevé la protección de los cables mediante su instalación bajo tubo de PVC y posterior hormigonado. Se colocarán arquetas a ambos lados de dichos pasos reforzados.

6.3.1. Movimientos de tierras

Se procederá a la limpieza del terreno donde deban efectuarse las obras removiendo los elementos naturales y artificiales incompatibles con las mismas.

Se llevará a cabo un desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos y, en el caso de que lo hubiera, la retirada del arbolado de diámetro menor de 10 cm, así como la carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero.

En las zonas donde las pendientes sean más elevadas, se procederá en primer lugar a un acondicionamiento del terreno para reducir dichas pendientes. El valor máximo de pendiente en el terreno será fijado por el fabricante del seguidor.

Para este acondicionamiento no se prevé que sea necesario realizar aportes de terreno exterior a la planta ni salidas de terreno a vertedero, sino que se buscará compensar el terreno extraído en otras zonas de la propia planta solar fotovoltaica.

Para la ubicación del centro de transformación se acondicionará el terreno donde se vayan a instalar para dotarlo de las condiciones necesarias.

La instalación de los seguidores se realizará preferentemente mediante hincado; en caso de que los resultados del estudio geotécnico lo recomienden, se realizarán también las excavaciones que puedan ser necesarias para la ejecución de cimentaciones de las estructuras soporte de los módulos.

Por último, se llevará a cabo la excavación y relleno de las distintas zanjas precisas para instalación de redes eléctricas, conductos, etc.

La longitud total de la suma de todas las zanjas de la línea colectora es de 4290 metros lineales.

6.3.2. Caminos

El objetivo general de la red de caminos necesaria para dar accesibilidad a la planta fotovoltaica es el de minimizar las afecciones a los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles de forma que se respete la rasante del terreno natural, siempre atendiendo al criterio de menos afección al medio.

El proyecto contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento del centro de transformación, seguidores y equipos de la subestación (que utilizará el mismo camino de acceso), así como la construcción de nuevos caminos necesarios en algunas zonas.

La explanación del camino, las zonas donde se ubicarán los seguidores y la plataforma del centro de transformación constituyen las zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio, en lo posible, en su estado natural, por lo que no deberá ser usado, para circular o estacionar vehículos, o para acopiar materiales.

Las características requeridas para los viales que se ejecutarán en la planta son las que se reflejan a continuación.

- La anchura mínima necesaria es de 3 m en los viales, para dar acceso a los centros de transformación.
- Los viales de nueva construcción requerirán en cada caso excavación o relleno de terraplén y relleno de zahorras con espesor mínimo de 25 cm. Será necesario disponer de cunetas y pasos de agua para la evacuación del agua de lluvia a ambos lados del camino. En todo caso se buscará preservar el discurso de las aguas de escorrentía por sus cursos naturales.
- El radio del eje de curvatura requerido es de 10 m; en casos excepcionales se estudiará la posibilidad de realizar sobreanchos.
- Pendiente máxima del 9% para viales y del 14% en caso de viales asfaltados.
- Los terraplenes se realizarán 3/2 y los desmontes 1/2 como mínimo.
- La construcción de los nuevos caminos, o la mejora de los existentes, debe ir acompañada de un sistema de drenaje longitudinal y transversal adecuado, que permita la evacuación del agua de la calzada y la procedente de las laderas contiguas.
- El drenaje transversal se soluciona con el bombeo de un 1% de la calzada, evacuando así las aguas lateralmente.

6.3.3. Cimentaciones de equipos

Para los centros de transformación en previsión de la posibilidad de que el terreno no dispusiera de capacidad portante suficiente para los equipos que se tiene previsto instalar, se prevé la realización de las correspondientes cimentaciones mediante losas de hormigón. Dichas losas de hormigón seguirán las recomendaciones del fabricante de los centros de transformación.

La definición final del método constructivos se realizará según el estudio geotécnico correspondiente a la zona de construcción.

En caso de cimentaciones, los materiales previstos son:

- Hormigón: Según la denominación de normas internacionales tipo ACI-318 o el correspondiente Eurocodigo se utilizará hormigón tipo HM-30 para cimentaciones de equipos y tipo HM-15 o superior para canales reforzados de cables.
- Acero: Las barras de acero que se empleen en el hormigón armado corresponderán a las calidades de acero tipo S500 según denominación de la norma EN 1992.

6.3.4. Canalizaciones para cables

Para la recogida de los cables de alimentación y señales desde los seguidores fotovoltaicas al contenedor, se instalarán canalizaciones de cables.

Las canalizaciones de cables pueden consistir en cables tendidos directamente en zanjas preparadas al efecto, de profundidad y materiales determinados según el tipo de conductores que alberguen (cables de continua, de baja tensión o de media tensión); cables tendidos en zanja, protegidos bajo tubo; o cables protegidos bajo tubo en zanja hormigonada, para zonas donde se prevea tránsito de vehículos, como cruces de caminos.

Para el cruce de los cables de control y de potencia bajo los caminos se construirán ductos con caños de hormigón inmersos en macizos de hormigón.

En el caso de que los cables discurran bajo tubos, la cantidad y diámetro de los mismos será tal que permita la colocación holgada de los cables en su interior, y se preverán tubos de reserva.

6.3.5. Cerramiento perimetral

Se preverá una puerta para el acceso de vehículos y de personal. La puerta de acceso a la planta fotovoltaica será de doble hoja abatible, con marco metálico, disponiendo de cerradura con resbalón, manilla, condensa y bombín. La anchura de dicho portón será de 6 metros.

El vallado será de malla tipo cinegética y se realizará de tal forma que no impida el tránsito de la fauna silvestre, se prohíbe expresamente la incorporación de materiales o soluciones potencialmente peligrosas como vidrios, espinos, filos y puntas y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras.

Su altura será de 2,5 metros. Dispondrá en todo su trazado de señales reflectantes intercaladas en la malla cada 10 metros para así disminuir la posibilidad de impactos de la avifauna.

El cerramiento carecerá de elementos cortantes o punzantes, así como de dispositivos de anclaje de la malla al suelo diferentes de los postes en toda su longitud, así como de dispositivos o trampas que permitan la entrada de piezas de caza e impidan o dificulten su salida y en ninguna circunstancia serán eléctricas o con dispositivos incorporados para conectar corriente de esa naturaleza.

Los postes para sustentar el vallado se instalarán anclados al terreno mediante zapatas aisladas de dimensiones 30 x 30 x 40 cm.

Además, se dispondrá de un sistema de puesta a tierra de los cercos, al menos cada 20 metros, con conductor de cobre de al menos 35 mm² de sección.

Se adjuntan planos con detalles del cerramiento perimetral previsto.

6.3.6. Intrusismo y seguridad perimetral

Se instalará un sistema de seguridad perimetral basado en un sistema de video vigilancia perimetral compuesto por cámaras fijas y de visión estándar distribuidas por todo el perímetro de la planta que permitirá detectar cualquier intento de acceso no autorizado en el recinto.

El sistema alertará a la central receptora de alarmas o personal a cargo de la seguridad cuando se detecte una intrusión además de iniciar la función de grabación.

El sistema estará compuesto por cámaras fijas, cámaras de visión estándar móvil y software automático para el procesamiento y análisis de imágenes en tiempo real que mediante algoritmos de detección y máscaras discrimina falsas alarmas y sin la participación directa de humanos.

El papel de las cámaras móviles es hacer un seguimiento de los movimientos de los intrusos una vez que una alarma de intrusión se ha generado.

El sistema se compone de los siguientes elementos:

- Cámaras fijas.
- Cámaras móviles de visión estándar tipo domo.
- Postes metálicos instalados en cimentaciones donde se instalarán las cámaras.
- Armarios de comunicaciones localizados en los postes de las cámaras para alimentación y enlace con red de comunicaciones del sistema.
- Puestos de control y vigilancia con pantallas para operadores.
- Dispositivos para el procesado y análisis de imágenes.
- Sistema de grabación de video.
- Elementos disuasorios como Iluminación sorpresiva y alarmas.
- Rack para instalación de equipos de análisis de video, videograbadores y elementos auxiliares ubicado en la Sala de Control.
- Dispositivos auxiliares para protección contra condiciones meteorológicas adversas y derivaciones eléctricas.

Las cámaras fijas se distribuirán por el perímetro con una distancia variable de manera que se eviten zonas ciegas dependiendo del alcance de las cámaras y la lente empleada. También está previsto el uso de cámaras fijas de imagen térmica FLIR de la serie FC o equivalentes.

Para complementar la capacidad de detección de las cámaras térmicas se instalarán una serie de cámaras convencionales que proporcionen imágenes nítidas para identificación.

Cuando una cámara térmica detecte una intrusión, la cámara DOMO se orientaría hacia la zona de intrusión para proporcionar una imagen más clara y cercana para identificación de la persona y/o vehículo.

6.3.7. Iluminación

El sistema de iluminación perimetral de la planta consistirá básicamente en dos subsistemas, iluminación estándar y sorpresiva. La primera proveerá la iluminación necesaria en condiciones normales de operación de la planta, mientras que la sorpresiva se activará en condiciones de vigilancia y seguridad.

Ambos sistemas estarán controlados desde la sala de control ubicada en el centro de control de la planta y se podrán alimentar desde los propios centros de transformación.

La iluminación estándar estará formada principalmente por el conjunto de báculos, luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección necesario para conseguir una iluminación mínima de 5 lux.

La iluminación sorpresiva estará formada principalmente por el conjunto de báculos, luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección necesario para conseguir una iluminación mínima de 15 lux.

7. SISTEMA DE EVACUACIÓN INTERIOR

En este apartado del capítulo se explica los principales componentes del sistema de evacuación que permite la evacuación desde que se genera la energía en los módulos fotovoltaicos hasta la subestación. Los principales componentes son los siguientes:

- Caja de concentración de strings
- Estación de Media Tensión, el cual integra a su vez:
 - Inversor
 - Transformador
- Sistema colector de 30 kV

7.1. Módulos fotovoltaicos-caja de concentración de strings

Para la evacuación de la energía en este tramo se recurrirá a un cableado destinado para instalaciones fotovoltaicas como es el Tecsun H1Z2Z2-K 1,5 kVcc del fabricante Prysmian o similar.

Dicho cableado discurrirá sobre bandejas horizontales, concretamente dos por cada seguidor que sirve como estructura de soporte para los módulos, para albergar el cableado de las strings que sean necesarios y conectará los módulos fotovoltaicos con la caja de concentración de strings.

En la caja de concentración de strings, se disponen varios embarrados para conectar el positivo, el negativo y la tierra para agrupar 32 strings, que es el máximo de entradas de Corriente Continua (DC) de las que dispone la caja de concentración de strings seleccionada. El modelo elegido es DC-CMB-U15-24 del fabricante SMA o similar.

En el interior de la caja de concentración de strings, también se disponen fusibles cilíndricos para proteger el cableado proveniente de los módulos fotovoltaicos hasta el embarrado, tanto positivo como negativo de cada string y un fusible de cuchillas para proteger el cableado que conecta ésta con el inversor.

7.2. Caja de concentración de strings-inversor

El inversor recibe la energía en DC mediante el cableado que nace en todas y cada una de las cajas de concentración de strings. Para ello el cableado elegido en este caso también se trata del Tecsun H1Z2Z2-K 1,5 kVcc del fabricante Prysmian o similar, el cual discurre directamente enterrado.

Como se menciona antes, cada cable dispondrá de un fusible de cuchillas en la caja de concentración de strings como a la entrada del inversor para proteger a éste.

7.3. Inversor-Transformador

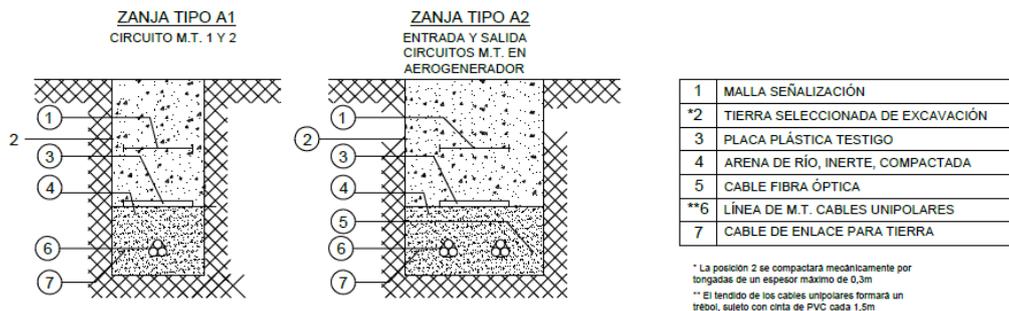
Una vez la energía se ha evacuado hasta el inversor, éste convierte la energía en corriente continua en corriente alterna, obteniéndose una corriente trifásica alterna de 288 V.

Para la conexión entre el inversor y el transformador, el cual eleva la tensión del circuito a 30 kV, que es la tensión deseada para llevar a cabo el transporte de energía sin que repercutan significativamente las pérdidas, se realiza mediante 6 ternas trifásicas RZ1-K (AS) 0,6/1,5KV, debido a la considerable intensidad a la salida del inversor.

7.4. Sistema colector

El sistema colector de la planta fotovoltaica es el encargado de conectar todas las estaciones de Media Tensión entre sí mediante 4 circuitos trifásicos de cable RHZ1 18/30 kV Al de 240 mm² de sección y cerrándose en el centro de seccionamiento de la planta para evacuar la energía a 30 kV hasta la Subestación “San Judas Tadeo y León” la cual realiza la etapa definitiva de elevación de tensión de 30 kV a 66 kV.

La zanja de distribución por donde circulará dicha línea colectora tendrá una profundidad de 1,2 metros y una anchura de 0,9 metros como mínimo, dicha zanja tendrá una longitud aproximada de 4,29 km.



Se instalarán arquetas registrables de conexión eléctrica y comunicación del tipo prefabricada de hormigón sin fondo registrable capaz de soportar cargas de 400 kN con marco de chapa galvanizada y tapas de fundición. Dichas arquetas serán del tipo A2.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general de la planta fotovoltaica en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

8. ESTIMACIONES DE LA INSTALACIÓN

A través del diseño de implantación de la Planta Fotovoltaica “LEÓN” se ha simulado su funcionamiento con el software PVSyst.

A continuación, se indican los resultados obtenidos para la producción de energía eléctrica en la planta fotovoltaica “LEÓN” con una potencia instalada de 31,04 MWp. Para ello se han realizado unos cálculos basados en la estimación del potencial solar de la zona.

Datos de partida:

- Término Municipal de Gerena (Sevilla)
 - Latitud: 37.38 °N
 - Longitud: -5.97 °W
 - Altitud: 24 m
- Instalación de los módulos: Seguidor a un eje N-S
- Potencia instalada: 31,04 MWp.

| P.F. LEÓN | |
|------------------------------|--------------------|
| Performance Ratio | 81,26 % |
| Producción Especifica | 2.177 kWh/kWp/year |

Tabla 8 Resultados

El rendimiento total de la planta solar (Performance Ratio) incluye todas las pérdidas imputables tanto a la eficiencia de los módulos (suciedad, calentamiento, reflectancia, etc.) como de los inversores y demás equipamiento eléctrico. Se ha considerado un valor conservador del rendimiento.

El Valor obtenido de producción para la configuración proyectada en este documento es de:

- 67.555 MWh/año

Los resultados completos pueden verse en los informes de PVSYST anexos.

8.1. Radiación sobre superficie horizontal.

Los datos climatológicos considerados en las parcelas para el cálculo-simulación de la producción de la planta solar fotovoltaica han sido extrapolados de los datos disponibles de la base de datos de PVGIS.

8.2. Radiación sobre superficie real.

Los cálculos se realizan teniendo en cuenta la inclinación real y la orientación azimutal de los paneles en la posición definitiva.

El cálculo de la producción de un sistema fotovoltaico real, requiere de la evaluación de otros parámetros que reducen el rendimiento global. Estos parámetros son designados como “pérdidas debidas a la operación”.

8.3. Pérdidas en el sistema fotovoltaico.

Dentro de un sistema fotovoltaico existen varias topologías de pérdidas, las principales son descritas a continuación:

- Rendimiento del campo fotovoltaico:
- Degradación.
- Efecto de la temperatura.
- Pérdidas por suciedad.
- Pérdidas por reflectancia angular y espectral.
- Por nivel de Irradiancia.
- Perdidas por sombras.
- Pérdidas por sombras perimetrales.
- Pérdidas por Tolerancia.
- Perdidas por efecto Mismatch.
- Pérdidas del cableado de continua.
- Pérdidas por eficiencia Inversor.
- Pérdidas por seguimiento punto de máxima potencia.
- Pérdidas por el cableado de alterna (V)
- Pérdidas por disponibilidad.

8.4. Efecto de la Temperatura.

Las pérdidas por temperatura dependen de las diferencias de temperatura en los módulos y los 25°C de las CEM (Condiciones estándar de medida), del tipo de célula y encapsulado y del viento, por ejemplo, si los módulos están sobre cubierta o fachada sin aireación por detrás, esta diferencia es del orden de 15°C sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de 1000 W/m².

La temperatura afecta principalmente a los valores de voltaje de la característica I-V, y tiene su mayor influencia en el voltaje de circuito abierto, aunque también modifica los valores del punto de máxima potencia y el valor de I_{cc} (muy ligeramente).

Para calcular la temperatura del módulo se ha considerado como una buena aproximación las expresiones del Método Simplificado de cálculo:

$$P_m = P_m^* + \frac{G}{G^*} (1 - \delta(T_c - T_c^*))$$

$$T_c = T_{amb} + (I_{inc} \cdot \frac{TONC - 20}{800})$$

Donde:

- Pm: potencia en el punto de máxima potencia del generador.
- P*m: potencia nominal en condiciones estándar, STC.
- Tc: Temperatura de las células solares, que se considera la temperatura del módulo, en °C.
- T*C: Temperatura en las STC, 25°C.
- TAMB: temperatura ambiente en la sombra, en °C, medida con el termómetro
- TONC: Temperatura de operación nominal del módulo.
- G: Irradiancia solar en W/m² sobre un plano inclinado 20º sobre la horizontal.
- G*: Irradiancia en STC, 1.000 W/m².

El coeficiente que representa la variación de la potencia máxima del generador fotovoltaico con la temperatura y es característico de cada módulo.

$$\delta = \frac{\partial P_{mp}}{\partial T}$$

El método utilizado para estimar el comportamiento de los módulos es el método del “único diodo”, que simplifica el funcionamiento de un módulo a un circuito equivalente con un solo diodo.

8.5. Pérdidas por sombras.

Las pérdidas por sombras son calculadas en cómputo anual de la instalación teniendo en cuenta la trayectoria solar, durante todos los meses del año estimadas según cálculos de la herramienta informática incluidas las sombras perimetrales directas y por ocultamiento del Horizonte, vallado, etc...

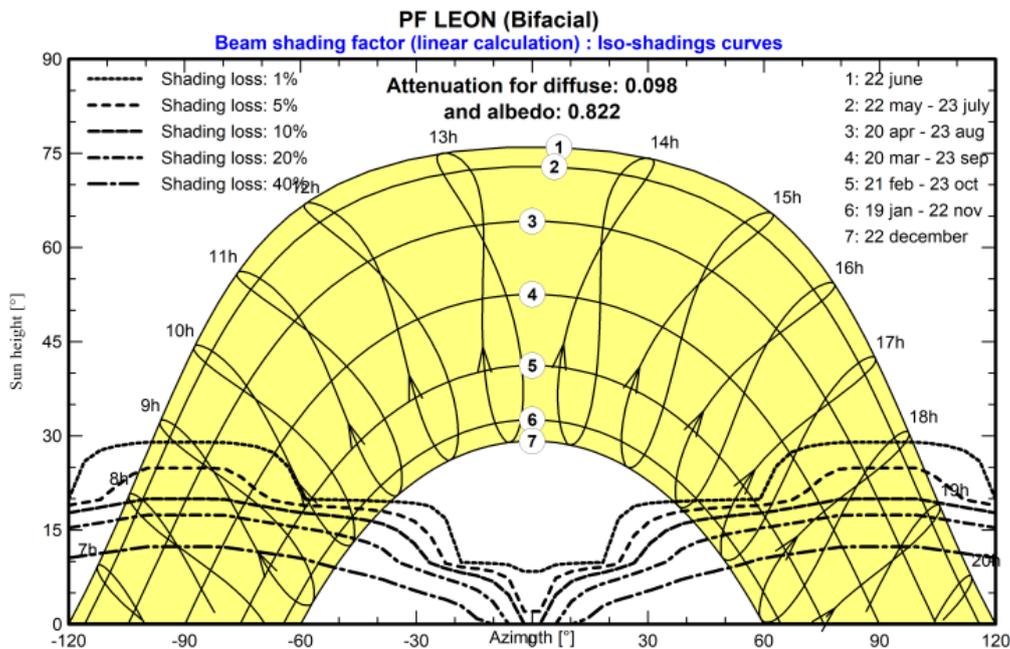


Ilustración 5 Diagrama de sol-sombreados

8.6. Pérdidas en el inversor.

La operación de inversor implica dos tipos de pérdidas:

- Pérdidas por rendimiento de conversión DC/AC del inversor.

Estas pérdidas son debidas a los componentes de conmutación. Las pérdidas se han calculado a partir del rendimiento europeo del inversor.

- Pérdidas en el cableado de alterna AC

Son las pérdidas debidas a las pérdidas generadas por el cableado de alterna que une el inversor con el transformador.

9. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El centro de seccionamiento es una instalación eléctrica compuesta principalmente por una serie de Celdas y aparataje eléctrica de protección y corte. Su función es la de unir la Red eléctrica de compañía, con la instalación particular a la que está dando servicio. Su objetivo es dotar a la instalación de una protección capaz de separarla de la red en caso de incidencia.

El centro de seccionamiento objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 60298.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

El emplazamiento del centro de seccionamiento se ubicará en las siguientes coordenadas (ETRS 89 UTM HUSO 29):

X: 749549.66 mE
Y: 4157586.36 mN

9.1. Características de las celdas

A continuación, se hace una breve descripción de las características generales de las celdas que se van a instalar en el interior del Centro de Seccionamiento, descrito anteriormente.

Las celdas a emplear serán celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF₆) como elemento de corte y extinción de arco en los aparatos siguientes:

El centro de seccionamiento contará con las siguientes celdas:

- 5 celdas de línea
- 1 celda de Protección
- 1 celda de Medida
- 1 celda SSAA

Este tipo celdas con aislamiento de gas SF₆ presentan en una de sus paredes exteriores la placa más débil que el resto de la envoltorio, de tal manera que, en caso de producirse un arco eléctrico en el interior, ésta se rompe por la sobrepresión producida en el gas. Es importante tener en cuenta que la placa de rotura está situada en un lugar adecuado para que los gases no incidan en las personas en caso de rotura.

El arco eléctrico es una reacción que se produce por un defecto de aislamiento, por una falsa maniobra o por una circunstancia de servicio excepcional. En este tipo de celdas con gas SF6 la posibilidad de que se produzcan es muy reducida.

Lo que produce el arco eléctrico es una serie de defectos debido a altas temperaturas que provocan el calentamiento y oxidación de los contactos, apareciendo una gran resistencia, provocando una fuerte caída de tensión y una pérdida de potencia importante. Al mismo tiempo pueden aparecer falsos contactos y cortocircuitos al deteriorarse las partes aislantes y conductoras.

Por otro lado, su aislamiento integral en SF6 las permite resistir en perfecto estado la polución e incluso la eventual inundación del Centro de Seccionamiento donde están ubicadas, lo que reduce la necesidad de mantenimiento, reduciendo los costes derivados de los mismos para la propiedad.

Las cabinas con aislamiento en SF6 presentan unas dimensiones más reducidas que las de aislamiento de aire, una ventaja importante a la hora de determinar el espacio de ubicación. Este se consigue gracias a que la rigidez dieléctrica de este gas con respecto al aire es mayor, permitiendo reducir la distancia entre las partes en tensión dentro de la cabina. Por otra parte, son especialmente adecuadas para situaciones de atmósferas contaminadas, corrosivas o salinas, ya que sus partes principales están en contacto con un gas dieléctrico y no con dichas atmósferas.

A continuación, se exponen las características generales de las celdas:

| CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS | VALOR | UNIDAD |
|---|--------------|---------------|
| Tensión asignada | 30 | kV |
| Tensión soportada a frecuencia industrial (50 Hz) | 50 | kV |
| Tensión soportada a impulsos tipo rayo | 125 | kV |
| Intensidad nominal admisible durante 1 s | 16 | kA |
| Valor de cresta de la intensidad nominal admisible | 20 | kA |

Tabla 9 Características generales celdas

9.1.1. Celdas

A continuación, se van a describir cada una de las celdas que forman el centro de seccionamiento.

Las características principales de estos equipos son:

| CELDAS 30 kV | |
|---|------------------------|
| Tipo | Aislamiento SF6 |
| Tensión nominal asignada | 36 kV |
| Tensión de ensayo de corta duración (1 min) a 50 Hz | 70 kV |
| Tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50) μs | 170 kV |
| Intensidad asignada de corta duración (1 s) | 25 kA |
| Poder de cierre nominal de cortocircuito | 40 kA |

9.1.1.1. CELDAS DE LÍNEA.

La Celda de línea es por donde entran o salen los conductores del Centro de Seccionamiento y está formado por:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 36 kV y 12,5 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CI2 manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

9.1.1.2. CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL.

La celda de protección general está encargada de proteger la instalación y está formado por:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 12,5 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual dependiente.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SFset o similar, tensión de 36 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 12,5 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI de actuación manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Unidad de control VIP 300LL, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo.

Sus funciones serán: relés de sobreintensidades (50-51/50N-51N), protección diferencial de línea (87L), protección mínima de tensión (27-27X), protección máxima de tensión (59-59N), protección diferencial por diferencias cuantitativas de intensidad u otras cantidades eléctricas (87R-81M/81m), protección contra faltas de tierra (64) y acoplamiento (25).

9.1.1.3. CELDA DE MEDIDA.

La celda de medida está encargada de medir las variaciones producidas en la red y está formado por:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 36 kV y 12,5 kA.

- Entrada lateral inferior izquierda y salida lateral superior derecha.
- 3 transformadores de intensidad doble devanado de relación X/5 en función de la potencia a proteger y aislamiento 36 kV.
- 3 transformadores de tensión unipolares doble devanado, de relación X/5 y aislamiento 36 kV.

9.1.1.4. CELDA DE SERVICIOS GENERALES.

Se dispondrá de 1 celda de servicios generales con fusibles y transformadores de tensión para la alimentación del relé de la celda de protección general, está constituida por:

- Un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.
- Captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

9.2. Puesta a Tierra del centro de seccionamiento

El objetivo de las instalaciones de puesta a tierra es limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas (tensión de contacto), entre distintos lugares del suelo en las inmediaciones de la puesta a tierra (tensión de paso), asegurar la actuación de las protecciones (resistencia de la puesta a tierra) y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Tensión de paso.

Es la diferencia de potencial entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso, que se asimila a un metro.

La tensión de paso aplicada es la tensión de paso directamente aplicada entre los pies de un hombre, teniendo en cuenta todas las resistencias que intervienen en el circuito y estimándose la del cuerpo humano en 1000 ohmios.

Tensión de contacto.

Es la diferencia potencial entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia igual a la distancia horizontal máxima que ese puede alcanzar, es decir, aproximadamente un metro.

La tensión de contacto aplicada es la tensión de contacto directamente aplicada entre dos puntos del cuerpo humano, considerando todas las resistencias que intervienen en el circuito y estimándose la del cuerpo humano en 1.000 ohmios

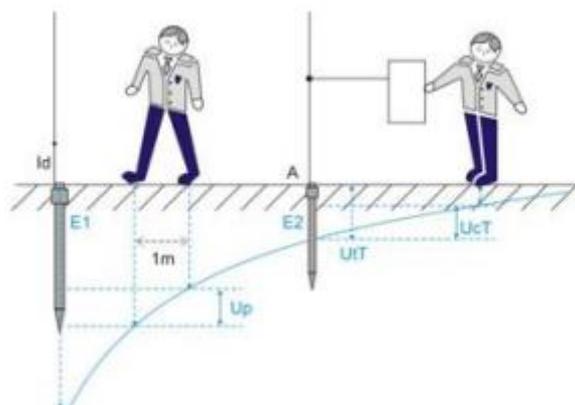


Ilustración 6 Tensión de paso y contacto

La puesta a tierra es una unión metálica directa, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta.

9.2.1. Tierra 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, es decir, las envolventes de las celdas de Media Tensión, envolventes de los cuadros de Baja Tensión, armadura del centro prefabricado, etc.

Por el contrario, no se conectarán a esta tierra las rejillas de ventilación y puertas metálicas del centro por las que se pueda acceder desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

9.2.2. Tierra Interior.

La tierra interior del centro de seccionamiento tendrá la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a la tierra exterior.

La tierra interior se realizará con cable de 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.

9.3. Puesta a Tierra del centro de seccionamiento

9.3.1. Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalarán dos puntos de luz, mediante pantalla estanca de 2x36 W 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 tensión.

9.3.2. Medidas de Seguridad

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

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras.

10. SUBESTACIÓN ELEVADORA SAN JUDAS TADEO Y LEÓN 66/30 kV

La subestación elevadora se ubica al sur de la planta solar fotovoltaica en el término municipal de Tomares (Sevilla). Sus coordenadas UTM ETRS89 huso 29 son las siguientes:

- X: 758335.06 m E
- Y: 4138586.98 m N

La subestación elevadora estará compartida con la Planta Fotovoltaica San Judas Tadeo, para ello la instalación constará de 2 transformadores uno para la evacuación de cada planta fotovoltaica siendo cada parte de la instalación independiente de la otra.

10.1. Alcance de las instalaciones

10.1.1. Conexión a la red

La Subestación vendrá alimentada mediante una línea subterránea de 30kV procedente de la planta fotovoltaica "LEÓN" y sale una línea de evacuación de 66 kV hasta el SET "TOMARES" propiedad de Endesa.

10.1.2. Configuración

La Subestación estará constituida por:

- Parque de 66 kV
- Parque de 30 kV
- Transformación
- Sistema de Control y Protecciones
- Sistema de Medida para la facturación
- Sistema de Servicios Auxiliares
- Sistema de Telecomunicaciones
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema de Seguridad Parque de 66 kV.

10.1.2.1. PARQUE DE 66 KV

Tipo: Exterior Convencional
Esquema: Simple barra
Alcance: Una (1) posición de transformador

10.1.2.2. PARQUE DE 30 KV

Tipo: Cabinas interior blindadas aisladas en gas SF6
Esquema: Simple barra
Alcance: Una (1) posición de transformador
Una (1) posiciones de línea
Una (1) posición de Servicios Auxiliares
Una (1) posición de medida

10.1.2.3. TRANSFORMACIÓN

Estará constituida por:

- Un (1) Transformador 66/30 kV 35 MVA, con regulación en carga.
- Una (1) Reactancia de puesta a tierra
- Una (1) Resistencia de puesta a tierra

10.1.2.4. SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIONES

Se instalará un sistema integrado de control (SICOP) que integrará las funciones de control local, protecciones y telecontrol.

10.1.2.5. SISTEMA DE MEDIDA

La medida para facturación se realizará en 66 kV. Para ello se dispondrá de contadores estáticos (principal y redundante) combinados de energía activa y reactiva.

10.1.2.6. SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

Estará constituido por:

- Un (1) Transformador de 100 kVA. 30.000/400 V.
- Un armario rectificador-batería 125 V. c.c. 100 Ah.

10.1.2.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Red de tierra inferior.

El sistema de puesta a tierra que se adopta es el de un electrodo de puesta a tierra en forma de conductores de cobre enterrados, dispuestos en forma de malla y unidos mediante soldadura exotérmica.

La red general de tierras estará constituida por conductor de cobre desnudo enterrado a una profundidad de 0.8 metros. La zanja por la que discurra el cable de tierra estará rellena con tierra vegetal procedente de la excavación o aportada para el relleno.

Las puestas a tierra de las estructuras metálicas, de la aparamenta y de los armados de las cimentaciones de los edificios se realizarán mediante conexiones del mismo material que la red de tierras:

- **Electrodo de puesta a tierra:** que será una malla enterrada de cable de cobre de 95 mm². Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula, estando dimensionado de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles según la ITC-RAT-13.
- **Líneas de tierra:** que serán conductores de cobre desnudo de 95 mm² o pletina de cobre de 25x3 que conectarán los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra. En caso de que sea susceptible de robos se podrá sustituir por otro material según la ITC-RAT-13, Apto 3.1.

En caso de que las nuevas subestaciones se construyan al lado de subestaciones existentes, las redes de tierras de ambas se unirán mediante puntos de soldadura, siempre y cuando el conductor que conforma la red de tierras de una instalación resulte adecuado para disipar la intensidad de cortocircuito de las demás instalaciones.

Como norma general, para obtener valores admisibles desde el exterior de la valla metálica de la subestación, la red general de tierras se extenderá 1 metro por fuera de dicha valla y el vallado se conectará a la red de tierras en tramos regulares mediante latiguillos de tierra. Para otros casos deberá realizarse un análisis conforme al IEEE Std80 "Guide for Safety in AC Substation Grounding" que justifique que no se superan los límites admisibles de tensión de paso y contacto en ningún punto de la valla.

El terreno de la subestación estará cubierto de una capa de 10cm de espesor de grava en las zonas donde no existan viales, así como en el exterior de la SE, hasta un metro, junto al murete de hormigón. El objetivo de la capa superficial es aumentar la resistencia de contacto de los pies con el suelo y por lo tanto disminuir la tensión de paso y contacto aplicada al cuerpo humano.

Los cálculos necesarios para determinar las tensiones de paso y contacto, así como la metodología para el diseño de la malla de puesta a tierra vienen definidos en la norma de referencia SDZ001.

Las instrucciones generales sobre los elementos de la instalación que deben conectarse a tierra serán los indicados en la ITC-RAT-13.

Red de tierra superior.

Como protección contra descargas atmosféricas directas sobre la subestación se utilizará un sistema de apantallamiento con puntas Franklin que asegure, mediante un cálculo avalado, la seguridad de los equipos y de las personas.

10.1.2.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Formado por protección contra incendios y anti intrusismo.

10.1.3. Obras civiles, edificios y estructuras, metálicas

10.1.3.1. OBRAS CIVILES PARQUE INTEMPERIE

Movimiento de tierras.

Se realizarán los movimientos de tierra necesarios hasta obtener la cota (o cotas) de nivelación. Para ello será necesario ejecutar trabajos de desbroce, limpieza y excavación de terreno, así como apertura y cierre de zanjas para la red de tierra subterránea.

Cimentaciones para soportes metálicos y pórticos.

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparamenta de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado).

Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con la naturaleza del terreno.

Saneamientos y drenajes.

El drenaje de las aguas pluviales se realizará mediante una red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas a través de un colector hasta el exterior de la sub- estación, vertiendo en las cunetas próximas.

Se instalará una fosa séptica prefabricada en subsuelo con volumen total de 2000L.

Vallado perimetral.

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar la subestación estará formado por valla metálica de 2 metros de altura, rematada en su parte superior con alambre de tres filas, con postes metálicos, embebidos sobre murete de hormigón de 0,5m de altura.

Se instalará para el acceso a la subestación una puerta corredera de 6 m de anchura.

Conducciones de cables de control y potencia.

Se construirán todas las canalizaciones eléctricas necesarias para el tendido de los correspondientes cables de potencia y control.

Las zanjas se construirán con bloques de hormigón prefabricado, colocados sobre un relleno filtrante en el que se dispondrá un conjunto de tubos porosos que constituirán parte de la red de drenaje, a través de la cual se evacuará cualquier filtración manteniéndose las canalizaciones libres de agua.

Cimentación para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite.

Para la instalación del transformador de potencia previsto se construirá una bancada, formada por una cimentación de apoyo, y una cubeta para recogida del aceite, que en caso de un hipotético derrame se canalizará hacia un depósito en el que quedará confinado.

Urbanizado de la zona y viales.

Se construirán los viales interiores necesarios para permitir el acceso de los equipos de transporte y mantenimiento requeridos para el montaje y conservación de los elementos de la sub estación. Serán de firme rígido de 21 cm de espesor con hormigón HA-20/P/12 sobre una base de zahorra compactada, disponiendo en el mismo de una malla electrosoldada. El ancho de los mismos será de 4 metros.

10.1.3.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para el abastecimiento de agua corriente se instalarán un depósito de al menos 2000L, grupo compresor y canalizaciones.

10.1.3.3. EDIFICIO

Se instalará un edificio formado por elementos modulares prefabricados de hormigón armado con aislamiento térmico, realizándose in situ la cimentación y solera para el asiento y fijación de dichos elementos prefabricados y de los equipos interiores del edificio, así como la organización de las canalizaciones necesarias para el tendido de cables de potencia y control.

Este edificio constará de una sola planta y se distribuirá de la siguiente manera:

- Sala de Control. Irán ubicados en ella los equipos correspondientes al control, protección y servicios auxiliares en BT.
- Sala de Celdas. Se ubicarán en ellas las celdas de MT (30kV)
- Sala de SS.AA., donde se instalará el transformador de servicios auxiliares.
- Almacén.

Exteriormente, el edificio irá rematado con una acera perimetral de 0,70m de anchura como mínimo.

Para el acceso exterior a las distintas salas se instalarán cuatro puertas metálicas de dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

El edificio estará dotado de un sistema de climatización por bomba de calor con termostato situado en la zona de control del edificio que permitirá conservar unas condiciones uniformes de temperatura en el interior del edificio.

También estará dotado de un sistema de detección de incendios a base de detectores termovelocimétricos y ópticos, y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección. El edificio también estará dotado de sistema de anti intrusismo con alarma.

El sistema de extinción consistirá en un sistema de extintores móviles de 5 Kg de capacidad de CO₂ en el interior del edificio.

Se ha previsto dotar al edificio de los sistemas de alumbrado adecuados con los niveles luminosos reglamentarios.

10.1.3.4. ESTRUCTURA METÁLICA

Para el desarrollo y ejecución de la instalación proyectada es necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte del aparellaje.

Todo el aparellaje de la instalación eléctrica de intemperie irá sobre soportes metálicos.

Tanto la estructura del pórtico como los soportes del aparellaje se realizarán en base a estructuras de perfiles normalizados (UPN, HEB...)

Toda la estructura metálica prevista será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, una vez construida, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión, cumpliendo con un espesor no inferior a 90 micras.

Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliares para fijación de caja de centralización sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Las estructuras de soporte se suministrarán, como ya se ha dicho, galvanizadas y totalmente construidas y taladradas, no admitiéndose realización de ningún tipo de taladro sobre las mismas, en la propia obra. Tampoco se permitirá el escariado de taladros, eliminación de aristas producto del galvanizado ni tratamientos autogalvanizantes posteriores.

La estructura metálica necesaria consta en esencia de:

- Tres (3) soportes para transformador de tensión inductivos 66 kV
- Un (1) soporte para seccionador tripolar 66 kV
- Tres (3) soportes para transformadores de intensidad 66 kV
- Un (1) soporte para interruptor tripolar 66 kV incluida plataforma
- Tres (3) soportes para aisladores de apoyo y/o auto válvulas de 66 kV
- Un (1) soporte salida MT del transformador de potencia
- Un (1) soportes para aisladores de barras
- Un (1) soporte para la reactancia de puesta a tierra.
- Un (1) soporte para la resistencia de puesta a tierra.
- Dos (2) soportes para alumbrado

10.2. Parque de 66 kV

10.2.1. Descripción

El parque de 66 kV será intemperie de simple barra y estará formado por:

- Una (1) posición de transformador compuesta por:
 - Un (1) Seccionador tripolar dos columnas giratorias con apertura central.
 - Tres (3) Transformadores de Intensidad
 - Tres (3) Transformadores de Tensión inductivos
 - Un (1) Interruptor tripolar de corte en SF6
 - Tres (3) Auto válvulas

Como criterio general, el tendido de cables por el parque de la subestación se realizará siguiendo las siguientes indicaciones:

- Los circuitos de los transformadores irán en zanjas separadas de los de las líneas. Igual ocurrirá si existen circuitos de acoplamiento entre edificios o Containers.
- Existirá un único circuito de Transformador por zanja o canal.
- Siguiendo el mismo criterio de separación de circuitos por zanjas, los circuitos de cables de potencia irán en zanjas independientes de los circuitos de control. En el caso de que no se pudiera cumplir esta condición, podrán discurrir por la misma zanja siempre que esos últimos estén debidamente protegidos mediante tabiques de separación o en el interior de canalizaciones o tubos metálicos puestos a tierra.
- Los cables se instalarán siempre en configuración de triángulo dentro de tubulares, embebidos en prisma de hormigón, permitiéndose la colocación de 1 circuito por zanja o como máximo dos circuitos por zanja de acuerdo con las zanjas tipo, recogidas en el documento KRZ001, “Especificaciones Técnicas Particulares para Líneas Subterráneos de Alta Tensión”.

En el siguiente cuadro se indican los cables normalizados para la conexión entre el transformador de potencia y su celda AT, según la norma de referencia SDE001. Las características de los conductores toman como referencia la norma de EDE KNE001.

| Tensión (kV) | Potencia (MVA) | Cable | ∅ Tubo |
|---------------|-------------------|-----------------------------|--------|
| 45 kV | 16 / 25 | 1x3x400 mm ² Al | 160 mm |
| | 40 | 2x3x400 mm ² Al | |
| | 63/80 | 2x3x630 mm ² Cu | |
| | 100 | 3x3x630 mm ² Cu | |
| 50 kV/ 66 kV | 16 / 25 / 40 / 63 | 1x3x630 mm ² Al | 160 mm |
| | 80 | 2x3x630 mm ² Al | |
| | 125 | 2x3x1000 mm ² Al | |
| 110 kV/132 kV | 16 / 25 / 40 / 63 | 1x3x630mm ² Al | 200 mm |
| | 160 | 2x3x630 mm ² Al | |
| | 200 | 2x3x1200 mm ² Al | |

Tabla 10 Cables y Tubos AT

En nuestro caso a tener una tensión de 66 kV y una potencia nominal de 35 MVA se usarán una terna de cables unipolar de 630 mm² Al bajo tubo de 160 mm de diámetro.

10.2.2. Características de los componentes.

Los valores normalizados para los niveles de tensión utilizados en EDE son:

| Tensión Nominal U _n (kV) | Niveles aislamiento U _m /U _r /U _i (kV) | I _{ter} kA (1 seg) * | Valor cresta I _{cc} (kA) |
|-------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|
| 220 | 245/460/1050 | 40/50/63 | 100/125/158 |
| 132 | 145/275/650 | 25/31,5/40 | 63/80/100 |
| 110 | 145/275/650 | 25/31,5/40 | 63/80/100 |
| 66 | 72,5/140/325 | 25/31,5 | 63/80 |
| 50 | 72,5/140/325 | 25/31,5 | 63/80 |
| 45 | 52/95/250 | 25/31,5 | 63/80 |
| 30 | 36/70/170 | 25/31,5 | 63/80 |
| 25 | 36/70/170 | 25/31,5 | 63/80 |
| 20 | 24/50/125 | 16**/25/31,5 | 40**/63/80 |
| 15 | 24/50/125 | 16**/25/31,5 | 40**/63/80 |
| 13,2 | 24/50/125 | 16**/25/31,5 | 40**/63/80 |
| 11 | 24/50/125 | 16**/25/31,5 | 40**/63/80 |
| 10 | 24/50/125 | 16**/25/31,5 | 40**/63/80 |

Tabla 11 Niveles aislamiento e intensidad de cortocircuito

(*) La elección de la I_{ter} vendrá determinada por la potencia de cortocircuito en el punto de conexión de la instalación. Este valor será facilitado por EDE.

(**) Se utilizará I_{ter}=16kA en aquellas instalaciones en las que la aparataje de media tensión instalada esté limitada a esta intensidad (Apartado 7.3.5. SISTEMAS DE MEDIA TENSIÓN. Container). En este caso se contemplará, además, un tiempo de defecto de 0.5 segundos.

Un: Tensión nominal

- Um:** Tensión más elevada para el material
- Uf:** Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef)
- Ul:** Tensión soportada con onda de choque tipo rayo (kV cresta)
- I_{ter}:** Intensidad térmica de cortocircuito
- I_{cc}:** Intensidad de cortocircuito

De la anterior tabla obtenemos las siguientes características:

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|--|--------------|--------|
| Esquema | Simple barra | |
| Tensión nominal de la red | 66 | kV |
| Tensión más elevada para el material | 72,5 | kV |
| Tensión soportada de corta duración a f.i. (valor eficaz) | 140 | kV |
| Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta) | 325 | kV |
| Frecuencia | 50 | Hz |
| Corriente en servicio continuo salida de línea, transformador y acoplamiento | 2.000 | A |
| Corriente admisible de corta duración (1 seg) | 31,5 | kA |
| Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración | 63 | kA |
| Línea de fuga mínima | 4.495 | mm |

Tabla 12 Características asignadas comunes

10.2.3. Características del interruptor

Los interruptores automáticos que se instalen en nuevas subestaciones estarán constituidos por:

- Tres polos, con una cámara propia de extinción por polo, cuyo fluido de extinción será preferentemente SF6. En su defecto también podrá ser utilizado, en acuerdo con EDE, el vacío u otros gases no incluidos en el Anexo I de gases regulados del Reglamento UE 517/2014 sobre gases fluorados de efecto invernadero o normativa que lo sustituya.
- Un mecanismo de accionamiento electromecánico tripolar alimentado en corriente continua.
- Dispositivos y circuitos auxiliares de señalización, eléctricos y mecánicos.
- Un bastidor común para los tres polos y mecanismo de accionamiento.

La apertura y cierre del interruptor se efectuará por la acción de resortes tensados cuya tensión de alimentación será siempre en corriente continua de 125V +10% -15%.

El interruptor estará dotado de dos bobinas independientes para la apertura, suficientes cada una de ellas para producir la actuación de los mecanismos de accionamiento. Para el cierre contará con una única bobina.

Se instalará una caja de control donde estarán alojados los equipos auxiliares y de control, así como el accionamiento. Será posible la maniobra de forma manual, local o remota. El circuito de mando dispondrá de un sistema anti bombeo.

Las características asignadas a los interruptores tomarán como referencia las indicadas en la norma EDE GSH001. En el caso de interruptores de 45kV será de referencia la norma EDE SNE039.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|---|-------|--------|
| Tensión más elevada para el material | 66 | kV |
| Tipo de fluido para aislamiento y corte | SF6 | |

| | | |
|---|-------------------|------|
| Corriente en servicio continuo salida de línea, transformador y acoplamiento | 2.000 | A |
| Corriente admisible de corta duración (1 seg) | 31,5 | kA |
| Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (limite dinámico) | 80 | kA |
| Secuencia de maniobra | O-0,3s-CO-1min-CO | msec |
| Tiempo de apertura | < 50 | msec |
| Tiempo de cierre | < 150 | msec |
| Tiempo de cierre-apertura | < 150 | msec |
| Tensión auxiliar alimentación motor | 125 +10% -15% | Vcc |
| Tensión auxiliar bobinas de apertura | 125 +10% -30% | Vcc |
| Tensión auxiliar bobinas de cierre | 125 +10% -15% | Vcc |

Tabla 13 Características asignadas del interruptor automático

10.2.4. Características de los seccionadores

Las características funcionales y constructivas de los seccionadores serán las siguientes:

- Los seccionadores serán de tres polos de dos columnas giratorias cada uno, con apertura central.
- En ampliaciones de subestaciones existentes los seccionadores podrán ser de dos o tres columnas por polo.
- En 132-110 kV la maniobra será preferentemente manual, pudiendo ser también eléctrica tripolar simultánea. El accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra será siempre manual.
- En el resto de niveles de tensión todos los seccionadores, incluyendo los de puesta a tierra, serán de accionamiento manual.
- Los seccionadores que tengan cuchillas de puesta a tierra, dispondrán de un dispositivo de enclavamiento mecánico entre éstas y las cuchillas principales.

En caso de haber cuchillas de puesta a tierra, éstas deberán soportar los efectos de la intensidad térmica y dinámica de cortocircuito y no existirá posibilidad alguna de que estas cuchillas puedan abrirse o cerrarse intempestivamente, aunque las cuchillas principales estén abiertas.

Tanto la maniobra de las cuchillas principales como de las cuchillas de puesta a tierra se realizará de forma simultánea en los tres polos del seccionador.

Las características asignadas a los seccionadores tomarán como referencia lo indicado en la norma EDE GSH003. En el caso del parque de 45kV será de referencia la norma EDE SNE034.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|---|--------|--------|
| Tensión más elevada para el material | 72,5 | kV |
| Corriente asignada | 1.250 | A |
| Tensión soportada frecuencia industrial | 140 | kV |
| Tensión soportada rayo Accionamiento | 325 | kV |
| Cuchillas principales | Manual | |

Tabla 14 Características asignadas de los seccionadores

10.2.5. Características de los pararrayos

Con objeto de limitar las sobretensiones y los efectos producidos por éstas, se situarán en la entrada de las líneas AT, junto a las bornas AT y MT de los transformadores y en

los neutros AT (excepto si éstos están conectados rígidamente a tierra o en aquellos casos en los que, siendo el neutro aislado, el aislamiento del transformador es pleno).

Los pararrayos estarán constituidos por:

- Resistencia no lineal, de óxido de cinc, conectada en serie sin explosores.
- Un contador de descargas.

Los pararrayos estarán constituidos como máximo por un elemento, excepto en 220kV que podrá ser como máximo de dos elementos.

Las características asignadas de los pararrayos tomarán como referencia lo indicado en la norma EDE GSH005. En el caso del parque de 45kV será de referencia la norma EDE SNE020.

10.3. Parque de 30 kV

10.3.1. Descripción

El parque de 30 kV será interior de simple barra y constará de un número determinado de celdas dispuestas de forma contigua una al lado de la otra formando una sola fila. En cualquier caso, deberá permitir una ampliación futura por uno de los extremos.

El alcance de las celdas a instalar será el siguiente:

- Una (1) celda de transformador
- Cuatro (4) celdas de línea
- Una (1) celda de servicios auxiliares
- Una (1) celda de salida
- Una (1) celda de medida

La composición de los diferentes tipos de celdas que constituyen el conjunto de la instalación blindada de simple barra con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF6) es la siguiente:

Celda de transformador.

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 interruptor tripolar automático.
- 3 conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 2x 400 mm² por fase
- 3 transformadores de intensidad.
- 3 detectores de control de presencia de tensión.
- 1 compartimento para elementos de control.

Celdas de línea.

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 interruptor tripolar automático.
- 3 conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x240 mm² por fase.
- 3 transformadores de intensidad
- 3 detectores de control de presencia de tensión.
- 1 compartimento para elementos de control.
- 1 Relé

Celda de servicios auxiliares.

- 1 interruptor-Seccionador tripolar de funcionamiento asociado con fusibles.
- 3 fusibles
- 3 conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x95 mm² por fase.
- 3 detectores de control de presencia de tensión.
- 1 relé multifunción

Celda de medida.

- 3 transformadores de tensión
- 3 transformadores de intensidad

10.3.2. Características de los componentes

Características asignadas comunes:

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|---|-------|--------|
| Tensión nominal de la red | 30 | kV |
| Tensión más elevada para el material | 36 | kV |
| Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz) | 70 | kV |
| Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta) | 170 | kV |
| Frecuencia | 50 | Hz |
| Corriente en servicio continuo salida de línea | 630 | A |
| Corriente en servicio continuo transformador | 1250 | A |
| Corriente en servicio continuo barras | 1250 | A |
| Corriente admisible de corta duración (1 seg) | 31,5 | kA |
| Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración | 80 | kA |

Tabla 15 Características asignadas comunes

Características asignadas de los componentes:

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|---|-------|--------|
| Tensión más elevada para el material | 36 | kV |
| Tipo de fluido para aislamiento y corte | SF6 | |
| Corriente asignada en servicio continuo transformadores | 1.250 | A |
| Corriente asignada en servicio continuo líneas | 630 | |
| Corriente admisible de corta duración (1 seg) | 31,5 | kA |

| | | |
|---|---------------------|------|
| Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (limite dinámico) | 80 | kA |
| Secuencia de maniobra | O-0,3s-CO-15 seg-CO | msec |
| Tiempo de apertura | < 65 | msec |
| Tiempo de cierre | < 150 | msec |
| Tiempo de cierre-apertura | < 65 | msec |

Tabla 16 Características asignadas de los interruptores

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|--|---------------------------|--------|
| Tensión más elevada para el material | 36 | kV |
| Relación de transformación Potencias y clases de precisión | SF630:v3/0,11:v3-0,11:v3 | V |
| 1º Arrollamiento | 25 VA cl.0,2 | |
| 2º Arrollamiento | 25 VA cl 0,5-3P | |
| Factor de tensión | 1,2 continuo – 1,5 30 seg | |

Tabla 17 Características asignadas de los transformadores de tensión

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|--|--------------------|--------|
| Tensión más elevada para el material | 36 | kV |
| Tipo | Toroidal | |
| Relación de transformación celda transformador Potencias y clases de precisión | 200-400-800/5-5-5A | A |
| 1º Arrollamiento | 10 VA cl.0,2S | |
| 2º Arrollamiento | 10 VA cl.5P20 | |
| 3º Arrollamiento | 10 VA cl.5P20 | |
| Relación de transformación celda línea | 300-600/5-5A | A |
| 1º Arrollamiento | 10 VA cl.0,2S | |
| 2º Arrollamiento | 20 VA cl.5P20 | |

Tabla 18 Características asignadas de los transformadores de intensidad

10.3.3. Conductores

Las conexiones de MT entre los distintos equipos de las subestaciones se realizarán como se resume a continuación y siguiendo las normas de referencia: SND013, SND015, DND001 y NFI006 “Criterios funcionales y de diseño para el tendido de cables subterráneos de media tensión en subestaciones”.

| CABLES SUBTERRÁNEOS | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| CONEXIÓN | SECCIÓN (mm²) | Nº TERNAS | INSTALACIÓN | INTENSIDAD (A) |
| M.T. TRAF0 40MVA | 630 Cu | 2 | ENTERRADA | 2x850 |
| B.T. TRAF0 60MVA | 500 Cu 630 Cu | 3 2 | ENTERRADA | 3x760 2x850 |
| TRAF0-RESISTENCIA/REACTANCIA | 240 Al | 1 | ENTERRADA | - |
| U. BARRAS TRANSVERSAL | 630 Cu | 2 3 | AIRE | 2x975 3x975 |
| CABINAS SALIDA RED | 240 Al (400 Al)* | 1 | ENTERRADA | 345 445 |
| TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES | 95 Al | 1 | ENTERRADA | 205 |
| BATERÍA DE CONDENSADORES | 240 Al | 1 | ENTERRADA | 345 |

(*): Uso excepcional, grandes clientes,...

Tabla 19 Conexión cables subterráneos

El tendido por el parque será en zanja, con protección de arena u hormigón, según la norma de referencia NFI006.

La conexión del transformador de potencia en MT kV con su correspondiente cabina se realizará con conductor aislado de las siguientes características:

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|-----------------------------------|----------|-----------------|
| Tensión nominal de la red | 30 | kV |
| Tensión asignada del cable (Uo/U) | 18/30 | kV |
| Sección | 400 | mm ² |
| Naturaleza del conductor | Aluminio | |
| Nº de conductores por fase | 2 | |
| Sección mínima de la pantalla | 16 | mm ² |

Tabla 20 Características conductor conexión con transformador de potencia

El cable elegido para la conexión del transformador de Servicios Auxiliares es:

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|-----------------------------------|----------|-----------------|
| Tensión nominal de la red | 30 | kV |
| Tensión asignada del cable (Uo/U) | 18/30 | kV |
| Sección | 95 | mm ² |
| Naturaleza del conductor | Aluminio | |
| Nº de conductores por fase | 1 | |
| Sección mínima de la pantalla | 16 | mm ² |

Tabla 21 Características conductor conexión con transformador de SSAA

Mientras que para las líneas MT

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|---------------------------|-------|--------|
| Tensión nominal de la red | 30 | kV |

| | | |
|-----------------------------------|----------|-----------------|
| Tensión asignada del cable (Uo/U) | 18/30 | kV |
| Sección | 95 | mm ² |
| Naturaleza del conductor | Aluminio | |
| Nº de conductores por fase | 1 | |

Tabla 22 Características línea MT

10.4. Transformación

Para la elección de los transformadores se tomarán como referencia los criterios definidos en la norma EDE GST002.

Como referencia para el diseño de los nuevos transformadores AT/MT a instalar se tomarán las siguientes potencias estandarizadas: 16MVA, 25MVA, 40MVA o 63MVA.

Además, el valor de la impedancia de cada transformador seleccionado se elegirá de entre los normalizados de manera que cumpla que el máximo valor de cortocircuito en el lado de MT sea 16 kA.

Se instalarán siempre muros cortafuegos para reducir el riesgo de incendio, salvo en aquellos casos en los que la distancia entre transformadores AT/MT, definida en la IE6C 61936-1, así lo permita.

En la salida de MT se instalarán pararrayos para proteger dichos devanados. Estos pararrayos podrán estar instalados en un bastidor (bornas al aire del transformador) o directamente sobre el transformador (pararrayos Pfisterer).

El transformador de intensidad (TI) de la puesta a tierra AT del neutro se instalará sólo en aquellos casos en que así lo requiera la correspondiente protección de neutro.

10.4.1. Descripción

Se instalará un transformador 66/30 kV de 35 MVA. El neutro de MT kV se conectará a tierra a través de una reactancia.

10.4.2. Características de los componentes

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|--------------------------------------|-----------|--------|
| AT | 66.000 | V |
| BT (Triangulo) | 30.000 | V |
| Potencia nominal | 25 | MVA |
| Grupo de conexión AT/BT | YNd11 | |
| Regulación en el primario (En carga) | +10x1% | |
| Clase de refrigeración | ONAN-ONAF | |

Tabla 23 Características asignadas transformador de potencia 132/30 kV

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|-----------------------------------|----------|--------|
| Instalación | Exterior | |
| Tensión nominal de la red | 30 | kV |
| Tensión asignada de la reactancia | 36 | kV |
| Intensidad homopolar(10s) | 1.000 | A |
| Conexión arrollamientos | Zig-Zag | |
| Refrigeración | ONAN | |

Tabla 24 Características asignadas reactancia de puesta tierra

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|-----------------|----------|--------|
| Instalación | Exterior | |

| | | |
|-----------------------------------|--------|----|
| Tensión nominal de la red | 30 | kV |
| Tensión asignada de la reactancia | 36 | kV |
| Intensidad homopolar(10s) | 70/170 | kV |
| Conexión arrollamientos | 50 | A |
| Refrigeración | 1.000 | A |

Tabla 25 Características asignadas resistencia de puesta tierra

10.5. Distancias de aislamiento nominales para materiales

10.5.1. Distancias en el aire fase-fase y fase-tierra

Las distancias en el aire fase a fase y fase a tierra son determinadas de acuerdo al nivel de aislamiento al impulso tipo rayo seleccionado en el punto anterior. En las siguientes tablas se muestran las distancias mínimas en el aire de acuerdo al nivel de aislamiento al impulso tipo rayo para los equipos de grupo A y B extraídas de la ITC-RAT 12.

| TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces) | TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces) | TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta) | | Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm) | | | |
|---|---|--|---------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | Lista 1 | Lista 2 | Lista 1 | | Lista 2 | |
| | | | | instalación en interior | instalación en exterior | instalación en interior | instalación en exterior |
| 3,6 | 10 | 20 | | 60 | 120 | | |
| | | | 40 | | | 60 | 120 |
| 7,2 | 20 | 40 | | 60 | 120 | | |
| | | | 60 | | | 90 | 120 |
| 12 | 28 | 60 | | 90 | 150 | | |
| | | | 75 | | | 120 | 150 |
| 17,5 | 38 | 75 | | 120 | 160 | | |
| | | | 95 | | | 160 | 160 |
| 24 | 50 | 95 | | 160 | 160 | | |
| | | | 125 | | | 220 | 220 |
| | | | 145 | | | 270 | 270 |
| 36 | 70 | 145 | | 270 | 270 | | |
| | | | 170 | | | 320 | 320 |

Tabla 26 Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases

| TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces) | TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces) | TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta) | Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm) |
|---|---|---|--|
| 52 | 95 | 250 | 480 |
| 72,5 | 140 | 325 | 630 |
| 123 | 185 | 450 | 900 |
| | 230 | 550 | 1100 |
| 145 | 185 | 450 | 900 |
| | 230 | 550 | 1100 |
| | 275 | 650 | 1300 |
| 170 | 230 | 550 | 1100 |
| | 275 | 650 | 1300 |
| | 325 | 750 | 1500 |
| 245 | 325 | 750 | 1500 |
| | 360 | 850 | 1700 |
| | 395 | 950 | 1900 |
| | 460 | 1050 | 2100 |

Tabla 27 Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases

10.5.2. Distancias en pasillos y zonas de protección en instalaciones de interior

De acuerdo con el punto 6.1.1. de la ITC-RAT 14, sobre instalaciones de interior, la anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica según los casos:

- Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2 m.
- Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8 m.
- Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0 m.

En cualquier otro caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0 m, y la de los pasillos de inspección a 0,8 m.

Estos valores deben ser aplicados en las instalaciones de la caseta de control y equipamiento de celdas de media tensión de la subestación.

De acuerdo con el punto 6.1.2 de la ITC-RAT-14, los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima «h» sobre el suelo medida en centímetros, igual a 250 + d. El valor de la distancia “d” es la distancia mínima de aislamiento fase-tierra para instalaciones de interior, expresada en cm, según la tabla siguiente:

| Tensión nominal de la instalación kV (U _r) | ≤ 20 | 30 | 45 | 66 | 110 | 132 | 220 | 400 |
|--|------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| «d» en centímetros | 22 | 32 | 48 | 63 | 110 | 130 | 210 | 340 |

Tabla 28 Distancia a pasillos y zonas de protección en instalaciones interiores

10.5.3. Distancias en pasillos y zonas de protección en instalaciones de exterior

Para la anchura de los pasillos de servicio es válido lo dicho en el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14, indicados en el punto anterior de este documento.

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo, medida en centímetros, igual a:

$$H = 250 + d$$

Siendo "d" la distancia expresada en centímetros de la tabla 2 de la ITC-RAT-12, dada en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación.

En las zonas donde se prevea el paso de aparatos o máquinas deberá mantenerse una distancia mínima entre los elementos en tensión y el punto más alto de aquellos, no inferior a:

$$T = d + 10 = 73 \text{ cm}$$

En las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores estará situado a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm.

10.5.4. Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberán existir entre éstos y el cierre las distancias mínimas de seguridad, medidas en horizontal y en centímetros, que a continuación se indica:

De los elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura $k \geq 220$ cm.

$$G = d + 150 = 213 \text{ cm}$$

La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50 x 50 mm.

Si la altura sobre el suelo a la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores, es inferior a 230 cm, no podrán establecerse pasillos de servicio, a no ser que se disponga de una protección situada entre los aparatos y el cierre exterior de la instalación, de modo que se cumpla simultáneamente lo indicado en el apartado 4.2 sobre zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación.

10.6. Protecciones

Las posiciones que se van a especificar en este documento son:

Posiciones AT:

- Circuitos
- Barras
- Baterías de condensadores AT

Transformadores:

- Transformadores AT/MT

Posiciones MT:

- Circuitos
- Medida
- Acoplamiento
- Servicios Auxiliares
- Batería de condensadores

En general, los relés multifunción de las posiciones de AT se alojarán en los armarios de protecciones. En el caso de la MT, el relé multifunción estará incorporado en la propia celda, salvo casos particulares, e incorporará además de las funciones protectoras correspondientes, funciones de control de la posición.

10.6.1. Circuitos AT

Las funciones protectoras se agruparán en dos niveles y se usarán, a ser posible, mediante dos únicos relés multifunción. Estos relés multifunción deberán ser de diferente marca y modelo. En el caso de una línea-cable se deberá aplicar:

| FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES | |
|-----------------------------------|---|
| 87L | Diferencial longitudinal, fases segregadas |
| 21 | Distancia |
| 25 | Sincronismo |
| 79 | Reenganchador |
| 49 | Imagen Térmica |
| 51 | Máxima intensidad no direccional de fases |
| 67N | Máxima intensidad direccional de tierras |
| 51N | Máxima intensidad no direccional de tierras |
| 3 | Vigilancia de bobinas |
| | Localizador de defectos |
| | Oscilografía |

Tabla 29 Funciones protectoras primarias circuitos AT

| FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS | |
|-----------------------------------|---|
| 21 | Distancia |
| 51 | Máxima intensidad no direccional de fases |
| 67N | Máxima intensidad direccional de tierras |
| 51N | Máxima intensidad no direccional de tierras |
| 25 | Sincronismo |
| 79 | Reenganchador |
| 49 | Imagen Térmica |
| 3 | Vigilancia de bobinas |
| | Localizador de defectos |
| | Discordancia de polos |
| | Oscilografía |

Tabla 30 Funciones protectoras secundarias circuitos AT

Las funciones 51 y 51N serán protecciones exclusivamente de apoyo ante faltas entre fases (51) y entre fase y tierra (51N), según características I/t. Solo podrán ser utilizadas

en posiciones de distribución cuya explotación sea de tipo radial, no interconectadas con generación o conectadas con generación débil.

Para aquellas líneas cuya longitud sea inferior a 10 Km, deberá estar siempre habilitada, tanto como función principal como secundaria, la función diferencial longitudinal (87L) utilizando para ello, si fuese necesario, un equipo multifunción 1 como equipo multifunción 2. Con motivo de prestar apoyo remoto, se deberá activar en ambos equipos la función distancia (21) y, utilizando las vías de comunicación existentes, se dotará a esta función de comunicación.

Para líneas de mayor distancia, se podrá optar por los siguientes esquemas portectores siguiendo ese orden de preferencia:

Opción A:

- Funciones protectoras principales: función 87L y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación.
- Funciones protectoras secundarias: función 87L (utilizando RMF1 como RMF2 en caso de ser necesario) y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación.

Opción B:

- Funciones protectoras principales: función 87L y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación. En caso de no ser posible la activación de la 87L, se quedará como reserva activándose como principal la función 21 con comunicación.
- Función protectora secundaria: función 21 con comunicación.

Sin perjuicio de lo anterior, como función protectora de apoyo y siempre y cuando exista interruptor de acoplamiento, podrá activarse la función 21 Tacón con direccionalidad a espaldas, es decir hacia la subestación local, cuya orden de disparo se hará exclusivamente sobre dicho interruptor de acoplamiento.

Los relés multifunción con función 87L se interconectarán mediante fibra óptica directa punto a punto. Adicionalmente, sobre el mismo soporte, dichos relés podrían transmitir/recibir órdenes de teledisparo por actuación funciones 50S-62 y/o 87B.

10.6.2. Barras AT y Acoplamiento transversal AT

Se tendrán dos grupos de funciones protectoras y se usarán, a ser posible, dos únicos relés multifunción.

| FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE BARRAS | |
|--|-----------------------|
| 87B | Diferencial de barras |
| 50s-62 | Fallo de Interruptor |
| | Oscilografía |

Tabla 31 Funciones protección de barras

| FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR | |
|--|-----------------------|
| 3 | Vigilancia de bobinas |
| 25 | Sincronismo |
| | Oscilografía |

Tabla 32 Funciones protección de interruptor

El relé multifunción de protección de barras podrá ser de tecnología concentrada (máximo 6+1 posiciones) o distribuida.

Para la captación y telemida de las tensiones procedentes de los transformadores de tensión de barras, se utilizan UCPs de medida.

Estas protecciones se instalarán en todas las nuevas subestaciones, si bien se podrá analizar la no instalación en aquellas de Esquema Simplificado. En los parques que se requiera, se aplicará la función 21 (acoplamiento), realizada por la función 21 "Reverse" de alguno de los relés multifunción de circuitos AT. En cada instalación se indicarán los circuitos implicados.

10.6.3. Baterías de condensadores AT

Las funciones protectoras se agruparán en dos niveles y se usarán, a ser posible, mediante dos únicos relés multifunción. Estos relés multifunción deberán ser de diferente marca y modelo.

En el caso de las baterías de condensadores se deberá aplicar:

| FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES | |
|-----------------------------------|--|
| 51 | Máxima intensidad no direccional de fases |
| 51, TD | Máxima intensidad no direccional de fases, tiempo definido |
| 50 | Máxima intensidad no direccional de fases, instantánea |
| 51N | Máxima intensidad no direccional de neutro |
| 51N TD | Máxima intensidad no direccional de neutro, tiempo definido |
| 50N | Máxima intensidad no direccional de neutro, instantánea |
| 51TD | Desequilibrio neutro entre estrellas BBCCEE, detección 3I0/Tierra resistente |
| 27 | Subtensión compuesta a tiempo definido |
| 59 | Sobretensión compuesta a tiempo definido |
| 59N | Sobretensión homopolar a tiempo definido |
| 3 | Vigilancia circuitos de disparo |
| | Oscilografía |

Tabla 33 Funciones protectoras primarias baterías de condensadores

| FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS | |
|-----------------------------------|--|
| 51 | Máxima intensidad no direccional de fases |
| 51, TD | Máxima intensidad no direccional de fases, tiempo definido |
| 50 | Máxima intensidad no direccional de fases, instantánea |
| 51N | Máxima intensidad no direccional de neutro |
| 51N TD | Máxima intensidad no direccional de neutro, tiempo definido |
| 50N | Máxima intensidad no direccional de neutro, instantánea |
| 51TD | Desequilibrio neutro entre estrellas BBCCEE, detección 3I0/Tierra resistente |
| 27 | Subtensión compuesta a tiempo definido |
| 59 | Sobretensión compuesta a tiempo definido |
| 59N | Sobretensión homopolar a tiempo definido |
| 3 | Vigilancia circuitos de disparo |
| | Oscilografía |

Tabla 34 Funciones protectoras secundarias baterías de condensadores

En las baterías de condensadores, existirá el denominado Bloqueo de conexión interruptores (86BC). Éste se energizará cuando alguna de las protecciones críticas de máxima intensidad y desequilibrio haya actuado.

Cada elemento condensador tendrá un sistema de descarga que reduzca la tensión entre bornes a un valor inferior o igual a 75 V desde su desconexión al cabo de 10 minutos para baterías de condensadores de tensión asignada superior a 1 kV.

11. SISTEMA DE EVACUACIÓN

11.1. Descripción general

La instalación de evacuación de energía eléctrica desde la planta solar fotovoltaica “LEÓN” hasta la SET TOMARES, propiedad de Endesa consta de los siguientes tramos:

| | TIPO | LONGITUD (km) | CONFIGURACIÓN |
|----------------|-------------|---------------|---|
| TRAMO 1 | Subterráneo | 29,23 | XLPE 18/30 kV 2x (3x630 mm ²) |
| TRAMO 2 | Subterráneo | 6,29 | RH5Z1 66 kV 1x (3x400 mm ²) |
| TOTAL | | 35,52 | |

Tabla 35 Resumen características básicas línea de evacuación

La línea de evacuación está formada por un tramo subterráneo de longitud 29,23 km a 30 kV hasta llegar a la subestación elevadora San Judas Tadeo y León, de la cual se proyecta el segundo tramo subterráneo de 6,29 km a 66 Kv hasta conectar con la SET TOMARES en Tomares.

Antes de la elección del trazado definitivo de la línea de evacuación se recopilará toda la información posible (en los Ayuntamientos, empresas de servicios públicos, etc.) acerca de otros servicios subterráneos previamente existentes en la zona, como telefonía u otras redes de comunicación, agua, alcantarillado, gas, alumbrado público y otras redes eléctricas de media o baja tensión. Además, se recabará de los Organismos afectados los posibles condicionantes o normas particulares existentes en los cruzamientos o paralelismos con la línea de alta tensión. En la fase de proyecto se efectuará el replanteo de la obra asegurándose de la inexistencia de obstáculos al emplazamiento previsto y se investigará la ausencia de impedimentos en el subsuelo mediante calas de reconocimiento. Asimismo, se utilizarán equipos de detección cuando la complejidad del trazado lo requiera o siempre que se considere conveniente.

11.2. Emplazamiento

El trazado de la línea de alta tensión proyectada transcurre por el término municipal de Gerena, Olivares, Salteras, Valencina, Espartinas, Bormujos, San Juan de Aznalfarache y Tomares, en la provincia de Sevilla. Conecta a la SET TOMARES, adjudicado como punto de evacuación, donde tiene entrada la línea de evacuación de energía eléctrica generada por la planta solar se encuentra en el término municipal de Gerena en la provincia de Sevilla. La longitud total aproximada de la línea es de 29,23 km aproximadamente, distribuida por los municipios de la siguiente forma:

| PROVINCIA | TERMINO MUNICIPAL | CONFIGURACIÓN | LONGITUD (km) |
|-----------|-------------------|---------------|---------------|
| SEVILLA | GERENA | SUBTERRÁNEA | 8,078 |
| SEVILLA | OLIVARES | SUBTERRÁNEA | 5,652 |
| SEVILLA | SALTERAS | SUBTERRÁNEA | 6,390 |
| SEVILLA | VALENCINA | SUBTERRÁNEA | 1,488 |
| SEVILLA | ESPARTINAS | SUBTERRÁNEA | 3,442 |
| SEVILLA | BORMUJOS | SUBTERRÁNEA | 6,354 |

| | | | |
|---------|--------------------------|-------------|-------|
| SEVILLA | TOMARES | SUBTERRÁNEA | 3,213 |
| SEVILLA | SAN JUAN DE AZNALFARACHE | SUBTERRÁNEA | 0,876 |

Tabla 36 Emplazamiento línea de evacuación

11.3. Afecciones organismos

En general las infraestructuras eléctricas de Media y Alta Tensión se verán afectadas por organismos o entidades, bien sea por cruzamientos o por paralelismos de las líneas eléctricas en proyecto, que cumplen lo que al respecto se establece en los apartados 5.2 a 5.3 del vigente Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión 223/2008 (ITC-LAT 06).

11.3.1. Línea Subterránea

A lo largo del trazado de la línea de evacuación aérea se producen las siguientes afecciones por paralelismos y cruzamientos:

| NOMBRE | ORGANISMO | REF. CAT | X | Y |
|---|--|----------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Cordel cm Arrieros | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41045A01209003 | 749532.52 | 4157695.71 |
| Camino Guijos | Ayuntamiento de Gerena | 41045A00209010 | 749529.85 | 4157667.11 |
| Arroyo Trujillo | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41045A01209007 | 749588.76 | 4157579.17 |
| Carretera Gerena-Aznalcolla | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | 41045A01109010 | 749397.80 | 4157336.06 |
| Carretera Gerena-Aznalcolla | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | 41045A01109011 | 749275.84 | 4156778.30 |
| Arroyo Trujillo | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41045A00909002 | 749289.42 | 4156750.79 |
| Camino Gerena | Ayuntamiento de Gerena | 41045A00909005 | 750273.15 | 4156700.26 |
| Carretera Olivares-Gerena | Diputación de Carreteras de Sevilla | 41045A00909006 | 750550.76 | 4156566.18 |
| Camino Maribeles | Ayuntamiento de Gerena | 41045A00809007 | 750593.74 | 4156441.77 |
| Camino Grenilo | Ayuntamiento de Gerena | 41045A00809003 | 750591.16 | 4156378.42 |
| Carril Canal | Ayuntamiento de Gerena | 41045A00809008 | 751629.28 | 4153886.73 |
| Carril Canal | Ayuntamiento de Gerena | 41045A00609004 | 751629.28 | 4153886.73 |
| Vía Pecuaria Cordel de Conti y la Rama | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41045A00809002 | 751466.37 | 4153202.97 |
| Línea Eléctrica | Red Eléctrica/Endesa | - | 751401.06 | 4152905.18 |
| Camino | Ayuntamiento de Olivares | 41067A00309003 | 751459.20 | 4152453.07 |
| Camino | Ayuntamiento de Olivares | 41067A00309001 | 751236.54 | 4152144.66 |
| Camino | Ayuntamiento de Olivares | 41067A00309006 | 751213.94 | 4152048.97 |
| Línea Eléctrica | Red Eléctrica/Endesa | - | 751372.90 | 4150928.55 |
| Colada de Bartolas | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41067A00309007 41067A00309001 | 751752.62 751806.39 | 4150478.38 4150346.27 |
| Camino | Ayuntamiento de Olivares | 41067A00509002 | 751811.57 | 4150338.57 |
| Camino | Ayuntamiento de Olivares | 41067A00509004 | 752501.79 | 4149428.89 |

| | | | | |
|---|--|----------------------------------|-----------|------------|
| Camino | Ayuntamiento de Olivares | 41067A00509008 | 752504.86 | 4149421.14 |
| Arroyo Airón | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41067A00509005 | 752667.63 | 4149407.34 |
| | | 41067A00509006 | 752674.14 | 4149415.44 |
| Camino | Ayuntamiento de Olivares | 41067A00509001 | 753185.36 | 4149464.02 |
| Arroyo de la Bartola | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | - | 753209.58 | 4149450.36 |
| Camino | Ayuntamiento de Olivares | 41067A00409007 | 753415.17 | 4149434.45 |
| Camino | Ayuntamiento de Salteras | 41085A01909005 | 753838.30 | 4149276.49 |
| Arroyo de la Bartola | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | - | 754053.41 | 4149071.37 |
| Camino | Ayuntamiento de Salteras | 41085A01909006 | 754290.87 | 4148779.33 |
| Arroyo de los Charcos | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41085A01909011 | 754455.42 | 4148464.91 |
| | | | 754568.05 | 4148233.41 |
| Vereda de Espadero- Andina | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41085A01909003 | 754528.58 | 4148309.68 |
| Camino | Ayuntamiento de Salteras | 41085A01809017 | 754621.07 | 4148127.05 |
| Arroyo del Juradillo | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41085A01809004 | 754768.81 | 4147805.21 |
| | | 41085A01809006 | 754896.18 | 4147634.52 |
| Línea Eléctrica | Red Eléctrica/Endesa | - | 755123.67 | 4147490.94 |
| Camino | Ayuntamiento de Salteras | 41085A01809007 | 755173.80 | 4147417.49 |
| Arroyo del Pozo Luis | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41085A01809009 | 755443.32 | 4147105.85 |
| | | 41085A01809008 | 755715.11 | 4146754.55 |
| | | 41085A01809010 | 755893.86 | 4146558.43 |
| Carretera SE-526 | Diputación de Carreteras de Sevilla | 41085A01809002 | 755971.03 | 755971.03 |
| Vereda de la Fuenteblanca | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41085A02009006 | 755979.45 | 4146462.19 |
| Arroyo del Judío | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | - | 756230.36 | 4146160.06 |
| | | | 756430.73 | 4146013.40 |
| | | | 756657.54 | 4145864.60 |
| Línea Eléctrica | Red Eléctrica/Endesa | - | 756544.62 | 4145923.69 |
| Línea Eléctrica | Red Eléctrica/Endesa | - | 756903.33 | 4145671.19 |
| Carretera de Salteras A-8077 | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | 41096A00909008 | 756991.66 | 4144781.07 |
| Ferrocarril Sevilla- Huelva | ADIF | 41085A01109002 | 756976.22 | 4144679.03 |
| Vereda de Carnes | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41096A00909005 | 756978.99 | 4144624.36 |
| Camino del Caño Ronco | Ayuntamiento de Valencina de la Concepción | 41096A00809002 41096A00909004 | 756947.82 | 4144573.27 |

| | | | | |
|--|--|----------------------------------|-----------|------------|
| Cañada Real de las Islas | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | - | 756312.71 | 4141718.72 |
| Línea Eléctrica | Red Eléctrica/Endesa | - | 756355.15 | 4141696.21 |
| Carretera A-8076 | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | - | 756596.99 | 4141523.41 |
| Camino de la Pasada del Capach. | Ayuntamiento de Bormujos | 41017A00109001 | 757062.25 | 4140640.22 |
| Autovía A-49 | Ministerio de Movilidad, Transportes y Agenda Urbana | 41017A00109008 | 757373.42 | 4140134.24 |
| Camino del Hornillo | Ayuntamiento de Bormujos | 41017A00109004 | 757292.30 | 4139495.35 |
| Carretera A-474 | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | 41017A01009008 | 757361.19 | 4139001.24 |
| Camino | Ayuntamiento de Bormujos | 41017A01009005 | 757478.67 | 4138826.04 |
| Camino del Molino Colora | Ayuntamiento de Bormujos | 41017A00909003 | 757571.03 | 4138525.01 |
| Arroyo de Cantarranas | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41017A00909001 41017A01009004 | 757818.87 | 4138732.16 |
| Camino de las Coronas | Ayuntamiento de Bormujos | - | 758345.64 | 4138653.27 |
| Arroyo de Almargen | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | 41017A00709006 | 758669.80 | 4138578.74 |
| Camino | Ayuntamiento de Bormujos | 41017A00709004 | 758710.93 | 4138583.11 |
| Camino de Santo Domingo | Ayuntamiento de Bormujos | 41017A00609003 | 758807.17 | 4138620.90 |
| Camino de los Carboneros | Ayuntamiento de Bormujos | 41017A00609001 | 758836.61 | 4138664.75 |
| Carretera A-8068 | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | 41017A00609007 | 759614.69 | 4138729.58 |
| Cordel de Triana-Villamanrique | Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul | - | 760071.58 | 4138684.57 |
| Carretera de Mairena | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | 41017A00509002 | 760072.91 | 4138684.74 |
| Camino del Salado | Ayuntamiento de Tomares | 41093A00209001 | 760641.13 | 4138889.18 |
| Carretera SE-617 | Diputación de Carreteras de Sevilla | - | 762401.93 | 4140409.73 |
| Carretera A-8066 | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | - | 762579.53 | 4140098.26 |
| Carretera A-8082R | Red de Carreteras de la Junta de Andalucía | - | 762777.95 | 4139878.04 |

Tabla 37 Organismos afectados en el trazado de la línea subterráneo

12. LÍNEA SUBTERRÁNEA 30 KV

La línea de evacuación comienza desde el centro de seccionamiento de la Planta Fotovoltaica "LEÓN" a una tensión de 30 kV. Este primer tramo subterráneo finaliza en la subestación elevadora San Judas Tadeo y León. Este tramo tiene por objetivo la minimización del impacto ambiental que ésta produciría en caso de ser aérea.

La línea subterránea de evacuación de MT 30 kV consta de un tramo contando con dos conductores de sección 630 mm². El conductor empleado será del tipo RHZ1-OL H16 de aluminio con aislamiento XLPE 30 kV.

18/30 kV 2x (3x630 mm²) k Al

La zanja de distribución por donde circulará dicha línea de evacuación a este nivel de tensión tendrá una profundidad mínima de 1 metros y una anchura de:

- 0,9 m cuando no comparte evacuación con la Planta Fotovoltaica San Judas Tadeo
- 1,2 m cuando comparte evacuación con la Planta Fotovoltaica San Judas Tadeo hasta la Subestación Elevadora San Judas Tadeo y León.

Al tratarse de cables directamente enterrados, a lo largo de la zanja, se encontrará una placa de protección en la parte superior de dichos cables.

Se instalarán arquetas registrables de conexión eléctrica y comunicación del tipo prefabricada de hormigón sin fondo registrable capaz de soportar cargas de 400 kN con marco de chapa galvanizada y tapas de fundición. Dichas arquetas serán del tipo A2 (según plano).

Existirá una canalización subterránea en un cada cruce con los caminos y otra en la carretera.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general de la planta fotovoltaica en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general de la planta fotovoltaica en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

12.1. Disposición física de la línea subterránea

Al tender el cable en la zanja se entierran directamente, cumpliendo la norma CNL002 y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada o no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo.

A lo largo de todo el recorrido de las canalizaciones se dispondrá tubos de protección de reserva de las mismas características de los indicados anteriormente.

Si fuese necesario se construirán arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos, así como en alineaciones superiores a 40 metros, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas, así como en los puntos donde sea necesario la realización de empalmes. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. Para las tapas de fundición modelo A-1, los marcos serán de fundición independientemente de su instalación en acera o en calzada, para las tapas A-2 (dos tapas A-1 juntas) los marcos podrán ser también de perfilaría metálica galvanizada. Los dispositivos de cubrimiento y cierre de fundición con grafito esférico, de uso en aceras y calzadas, tendrán la clasificación de clase D400, o sea carga de control 400 kN, para todas las tapas. Todas las piezas de fundición, estarán construidas con material de fundición con grafito esférico tipo 500-7 según la Norma ISO 1083.

Las arquetas serán del tipo A-2, salvo en tramos de alineación en los que se podrían instalar A-1.

Cuando fuera estrictamente necesario, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada anteriormente en este mismo apartado, siempre que se dispongan canalizaciones entubadas especialmente protegidas; teniendo en cuenta, además, las distancias que deben guardarse reglamentariamente a otras canalizaciones.

Las fases estarán dispuestas al tresbolillo, y cada uno de los cables irá por el interior de los tubos anteriormente descritos, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón.

La anchura de la zanja será de 1,2 metros en los tramos que compartan línea de evacuación la P.F. San Judas Tadeo y la P.F. León, y de 0,9 m en los tramos exclusivos de la P.F. León. La línea de evacuación compartida será el total de la extensión de los tramos de San Judas Tadeo, 25,23Km en el primer tramo y 3,85Km en el segundo tramo, mientras que la zanja de 0,9 metros exclusiva de León será de 4Km en el primer tramo y 2,44Km en el segundo tramo.

12.2. Esquema de conexión

12.2.1. Conexión a tierra de las pantallas de los conductores

La conexión de las pantallas elegida es la conexión rígida a tierra (solidly bonded), con la cual se consiguen anular los voltajes y corrientes inducidas en las pantallas. Se ha elegido esta configuración, dada la longitud de los circuitos. En la conexión solidly bonded la conexión de las pantallas de los cables están conectadas a tierra en ambos extremos, formando un circuito cerrado y ligado electro-magnéticamente con el circuito formado por los conductores.

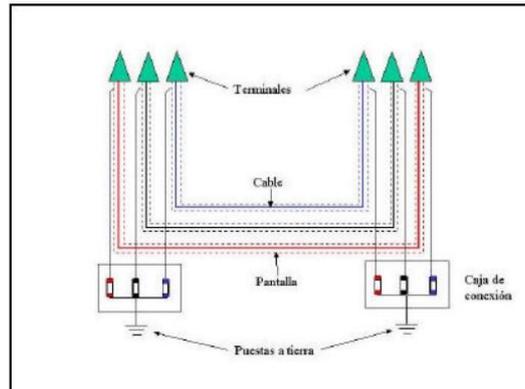


Ilustración 7 Pantallas conectadas rígidamente a tierra

12.2.2. Lista de materiales

La lista principal de los materiales que componen la instalación son los siguientes:

- Cable unipolar por fase aislado de potencia Al 3x630 mm² para circuitos de 30 kV.
- Terminales, que serán de exterior termorretráctiles para conexión en el apoyo de paso aéreo-subterráneo.
- Autoválvulas-pararrayos de óxido de zinc.

12.3. Descripción de los materiales

12.3.1. Cable aislado de potencia

La línea de 30 kV está constituida por una terna de cables dispuestos en triángulo o al tresbolillo.

El cable está constituido por los siguientes elementos:

- Conductor: conductor de aluminio clase 2 de 630 mm² de sección. El conductor será de sección circular compacta con obturación longitudinal y de acuerdo con un 21022.
- Semiconductor interior: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Aislamiento: El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.

- Pantalla semiconductora externa: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Pantalla sobre el conductor: Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una capa semiconductora, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.
- Pantalla sobre el aislamiento: La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable. Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 1 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 54 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.
- Cubierta exterior no metálica: La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la Norma particular de la compañía suministradora REE GE DND001 y DND021 y con la norma UNE –HD 620-5-E. El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo.

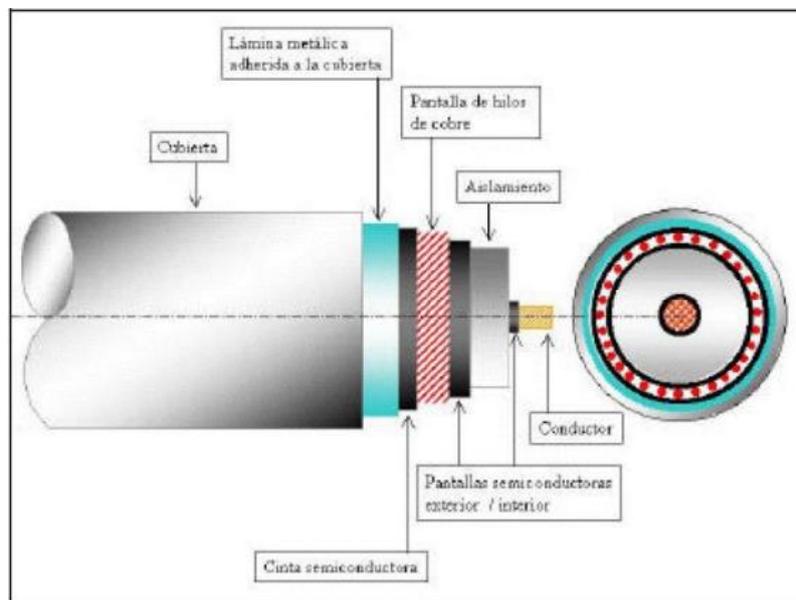


Ilustración 8 Composición conductor

Características nominales.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|---|-------|--------|
| Tensión nominal | 30 | kV |
| Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 30 minutos entre conductor y pantalla | 70 | kV |
| Tensión soportada a los impulsos | 145 | kV |
| Temperatura nominal máxima del conductor en servicio normal | 90 | ° C |
| Temperatura nominal máxima del conductor en condiciones de cortocircuito | 250 | ° C |

Tabla 38 Características nominal conductor línea subterránea

Composición.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|--------------------------|--------------|-----------------|
| Sección del conductor | 630 | mm ² |
| Material del conductor | Aluminio | |
| Material del aislamiento | XLPE | |
| Tipo de pantalla | Hilos CU | |
| Material de la pantalla | Cobre | |
| Sección de la pantalla | 16 | mm ² |
| Material de cubierta | Poliiolefina | |

Tabla 39 Composición conductor línea subterránea

Dimensiones.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|----------------------------|-------|--------|
| Diámetro sobre aislamiento | 42,8 | mm |
| Diámetro exterior nominal | 61,4 | mm |
| Peso aproximado del cable | 3.863 | Kg/km |

Tabla 40 Dimensiones conductor línea subterránea

Características eléctricas del cable.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|--|-------|--------|
| Resistencia del conductor en c.c. a 90°C | 0,064 | Ω/km |
| Reactancia inductiva a 90°C | 0,098 | Ω/km |
| Intensidad máxima admisible enterrado | 345 | A |

Tabla 41 Características eléctricas conductor línea subterránea

12.3.2. Terminales apantallados de interior

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado, y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

12.3.3. Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplieran la norma UNE-HD 629.1-S1.

12.3.4. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238, además de la Normas Particulares del Grupo REE DND002 para los empalmes y NNZ036 para los manguitos de unión.

12.3.5. Conversiones aéreas subterráneas

En los casos de que una línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, cumpliendo con esto en lo prescrito en el capítulo V apartado 5.7.7 de las normas particulares de REE, junto con el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en la ITC-LAT 06 apartado 4.7:

La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será siempre seccionable, quedando el seccionador a menos de 50 m de la conexión aérea-subterránea.

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102/A1:1999 y UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. El tubo o bandeja se encontrará obturado por su parte superior para evitar la entrada de agua y empotrado en la cimentación del apoyo.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de

los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

Dichas protecciones deberán cumplir las reglas de coordinación de aislamiento establecidas en las normas UNE-EN 60071-1:2006, UNE-EN 60071-1:2006/A1:2010, UNE-EN 60071-2:1999 y UNE-EN 60099-5:2013.

12.3.6. Auto válvulas – Pararrayos

En los pasos de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099-4:2016, UNE-EN 60099-5:2013, UNE 21087-3:1995. Las características exigidas serán las siguientes:

Tensión nominal: Un: 30 kV; Ur: 36 kV

| Tensión nominal de la red U _n , kV | Tensión más elevada de la red U _r , kV | Categoría de la red | Características mínimas del cable y accesorios | |
|---|---|---------------------|--|---------------------|
| | | | U ₁ /U ₂ ó U ₃ , kV | U ₂ , Kv |
| 3 | 3,6 | A-B | 1,8/3 | 45 |
| | | C | | |
| 6 | 7,2 | A-B | 3,6/6 | 60 |
| | | C | | |
| 10 | 12 | A-B | 6/10 | 75 |
| | | C | | |
| 15 | 17,5 | A-B | 8,7/15 | 95 |
| | | C | | |
| 20 | 24 | A-B | 12/20 | 125 |
| | | C | | |
| 25 | 30 | A-B | 15/25 | 145 |
| | | C | | |
| 30 | 36 | A-B | 18/30 | 170 |
| | | C | | |
| 45 | 52 | A-B | 26/45 | 250 |
| 66 | 72,5 | A-B | 36 | (1) |
| 110 | 123 | A-B | 64 | (1) |
| 132 | 145 | A-B | 76 | (1) |
| 150 | 170 | A-B | 87 | (1) |
| 220 | 245 | A-B | 127 | (1) |
| 400 | 420 | A-B | 220 | (1) |

Tabla 42 Tensiones de aislamiento

12.4. Puesta a tierra

En los extremos de la línea subterránea se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

12.5. Canalizaciones

Cableado en zanja bajo tubo y posteriormente en bandeja o bajo bridas desde las estaciones de potencia hasta los actuadores situados en los seguidores.

Apertura de zanjas de canalización y pozos de arquetas para la instalación de tubos en los que irán los conductores mencionados en el punto anterior. El relleno de las zanjas

se realizará con materiales procedentes de la propia excavación, con un cribado en caso necesario para la eliminación de material de elevada granulometría que pueda dañar los cables o tubos, y posterior compactación del material en la zanja. Los tubos serán sellados con espuma de poliuretano para evitar la entrada de roedores que puedan destruir el aislamiento de los conductores. Dicha espuma se cubrirá con pintura para evitar su deterioro a intemperie.

Instalación de arqueta de conexión eléctrica y comunicación prefabricada de hormigón sin fondo registrable capaz de soportar cargas de 400 kN con marco de chapa galvanizada y una tapa de fundición.

Se encontrarán arquetas tipo A2 (según plano) con la siguiente distribución:

Arquetas tipo A2

Sistema distribución eléctrica de líneas de A.T. internas.

Sistema de evacuación del centro de seccionamiento a la subestación.

12.6. Canalización bajo carretera

Construcción de una canalización subterránea para cruzamiento bajo carretera o camino para la circulación del tendido de cableado eléctrico y de telecomunicación perteneciente al circuito de evacuación en AT.

Esta canalización estará formada por un conjunto compuesto de dos arquetas registrables a ambos lados del camino. Las arquetas utilizadas para el cruce con camino serán registrables.

La correspondiente canalización se realizará a través de tubo para cada uno de los circuitos de los que se compone la línea de evacuación y para el cableado de telecomunicaciones. El tubo empleado para los tendidos de cableado eléctrico será de PE doble pared reforzada, con pared interior lisa de 800 mm de diámetro cada uno mientras que para el tendido de cableado de telecomunicaciones será de PE de 50 mm de diámetro cada uno. La canalización irá hormigonada en toda la longitud de la vía, y los tubos circularán bajo está a una distancia mínima de 0,60 metros hasta la parte superior del tubo.

12.7. Perforaciones subterráneas

Se utilizará estos sistemas de instalación en aquellas zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas

Estas técnicas podrán utilizarse en el caso de que se conozca el emplazamiento de las instalaciones subterráneas existentes y se disponga de espacio suficiente para situar los hoyos de ataque de los extremos, si son necesarios, así como la maquinaria y medios auxiliares precisos.

Su ventaja más importante es que no alteran el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, construcción de la propia excavación, etc., por lo que las molestias vecinales y de tráfico son mínimas.

Estas técnicas están particularmente indicadas en cruces de vías públicas, carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., donde no sea posible abrir zanjas, así como en ciudades

monumentales o lugares de especial protección. También pueden ser necesarias para el cruce de alguna vía de circulación para la cual el organismo afectado solamente diera permiso para cruzar mediante estos sistemas.

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo. Por cada perforación tipo “topo” se canalizará un circuito.

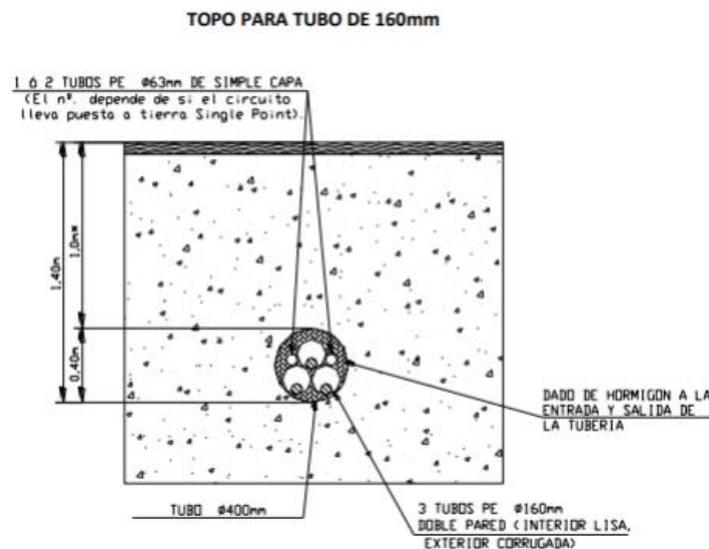


Ilustración 9 Topo

En caso de línea con dos circuitos, se realizarán dos perforaciones subterráneas para canalizar por cada perforación un circuito. Esto se realizará así en general, tanto por facilidad a la hora de la instalación de los tubos de polietileno por su interior, como para que los cables de ambos circuitos puedan ir separados y no suponga la perforación subterránea un punto caliente de la línea, y sobre todo para no tener que ir a perforaciones de diámetros difíciles de encontrar en el mercado.

13. LÍNEA SUBTERRÁNEA 66 KV

El tramo subterráneo de la línea de evacuación comienza en la subestación elevadora de la propia planta fotovoltaica y finalizará en la SET TOMARES, propiedad de Endesa. Este tramo tiene por objetivo la minimización del impacto ambiental que ésta produciría en caso de ser aérea.

La línea subterránea de evacuación de AT 66 kV consta de un tramo contando con un conductor de sección 400 mm². El conductor empleado será del tipo RHZ1-OL H16 de aluminio con aislamiento XLPE 66 kV.

RH5Z1 (S) 66 kV 1x (3x400 mm²) k Al

La zanja de distribución por donde circulará dicha línea de evacuación a este nivel de tensión tendrá una profundidad mínima de 1 metros y una anchura de:

- 0,9 m cuando comparte evacuación con la Planta Fotovoltaica San Judas Tadeo hasta la Subestación Zaudín
- 0,6 m cuando no comparte evacuación con la Planta Fotovoltaica San Judas Tadeo desde la Subestación Zaudín hasta la Subestación Tomares.

Al tratarse de cables directamente enterrados, a lo largo de la zanja, se encontrará una placa de protección en la parte superior de dichos cables.

Se instalarán arquetas registrables de conexión eléctrica y comunicación del tipo prefabricada de hormigón sin fondo registrable capaz de soportar cargas de 400 kN con marco de chapa galvanizada y tapas de fundición. Dichas arquetas serán del tipo A2 (según plano).

Existirá una canalización subterránea en un cada cruce con los caminos y otra en la carretera.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general de la planta fotovoltaica en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general de la planta fotovoltaica en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

13.1. Disposición física de la línea subterránea

Al tender el cable en la zanja se entierran directamente, cumpliendo la norma CNL002 y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada o no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo.

A lo largo de todo el recorrido de las canalizaciones se dispondrá tubos de protección de reserva de las mismas características de los indicados anteriormente.

Si fuese necesario se construirán arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos, así como en alineaciones superiores a 40 metros, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas, así como en los puntos donde sea necesario la realización de empalmes. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. Para las tapas de fundición modelo A-1, los marcos serán de fundición independientemente de su instalación en acera o en calzada, para las tapas A-2 (dos tapas A-1 juntas) los marcos podrán ser también de perfilaría metálica galvanizada. Los dispositivos de cubrimiento y cierre de fundición con grafito esférico, de uso en aceras y calzadas, tendrán la clasificación de clase D400, o sea carga de control 400 kN, para todas las tapas. Todas las piezas de fundición, estarán construidas con material de fundición con grafito esférico tipo 500-7 según la Norma ISO 1083.

Las arquetas serán del tipo A-2, salvo en tramos de alineación en los que se podrían instalar A-1.

Cuando fuera estrictamente necesario, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada anteriormente en este mismo apartado, siempre que se dispongan canalizaciones entubadas especialmente protegidas; teniendo en cuenta, además, las distancias que deben guardarse reglamentariamente a otras canalizaciones.

Las fases estarán dispuestas al tresbolillo, y cada uno de los cables irá por el interior de los tubos anteriormente descritos, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón.

La anchura de la zanja será de 0,9 m en los tramos que compartan línea de evacuación la P.F. San Judas Tadeo y la P.F. León, y de 0,6 m en los tramos exclusivos de la P.F. León.

13.2. Esquema de conexión

13.2.1. Conexión a tierra de las pantallas de los conductores

La conexión de las pantallas elegida es la conexión rígida a tierra (solidly bonded), con la cual se consiguen anular los voltajes y corrientes inducidas en las pantallas. Se ha elegido esta configuración, dada la longitud de los circuitos. En la conexión solidly bonded la conexión de las pantallas de los cables están conectadas a tierra en ambos extremos, formando un circuito cerrado y ligado electro-magnéticamente con el circuito formado por los conductores.

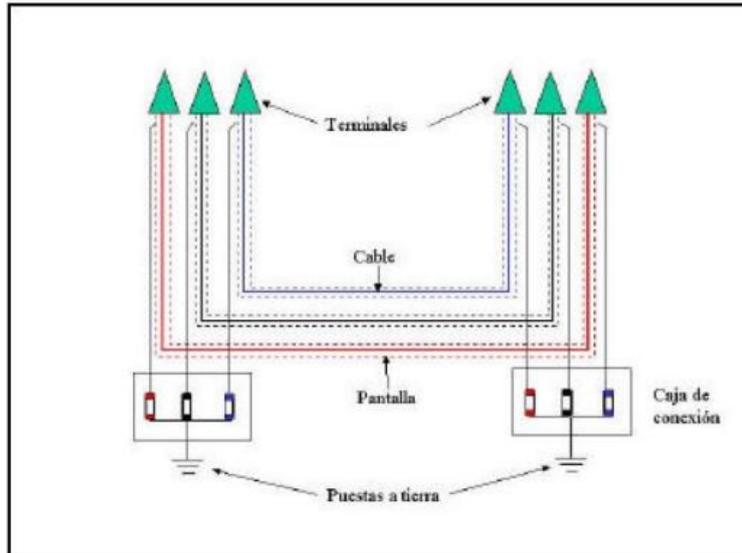


Ilustración 10 Pantallas conectadas rígidamente a tierra

13.2.2. Lista de materiales

La lista principal de los materiales que componen la instalación son los siguientes:

- Cable unipolar por fase aislado de potencia Al 3x400 mm² para circuitos de 66 kV.
- Terminales, que serán de exterior termorretráctiles para conexión en el apoyo de paso aéreo-subterráneo.
- Autoválvulas-pararrayos de óxido de zinc.

13.3. Descripción de los materiales

13.3.1. Cable aislado de potencia

La línea de 66 kV está constituida por una terna de cables dispuestos en triángulo o al tresbolillo.

El cable está constituido por los siguientes elementos:

- Conductor: conductor de aluminio clase 2 de 400 mm² de sección. El conductor será de sección circular compacta con obturación longitudinal y de acuerdo con un 21022.
- Semiconductor interior: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Aislamiento: El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.

- Pantalla semiconductor externa: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Pantalla sobre el conductor: Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una capa semiconductor, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.
- Pantalla sobre el aislamiento: La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable. Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 1 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 54 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.
- Cubierta exterior no metálico: La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la Norma particular de la compañía suministradora REE GE DND001 y DND021 y con la norma UNE –HD 620-5-E. El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo.

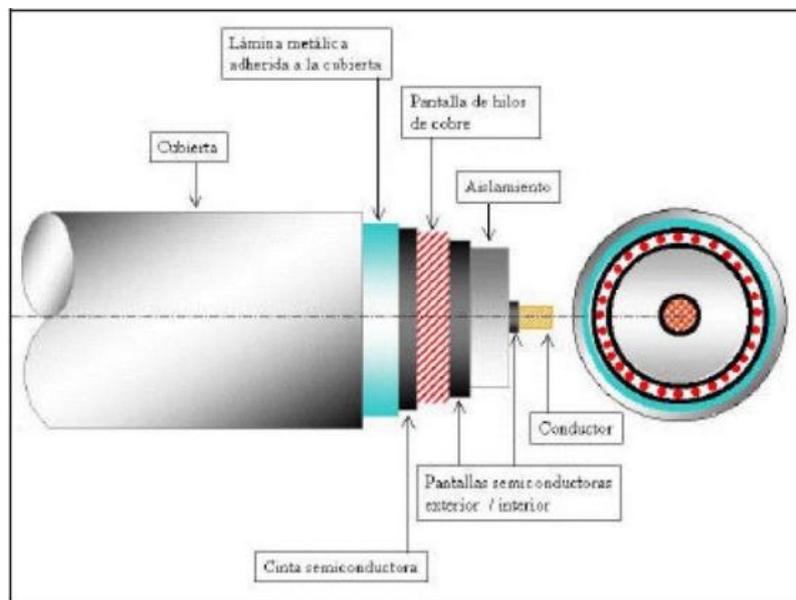


Ilustración 11 Composición conductor

Características nominales.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|---|-------|--------|
| Tensión nominal | 66 | kV |
| Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 30 minutos entre conductor y pantalla | 140 | kV |
| Tensión soportada a los impulsos | 325 | kV |
| Temperatura nominal máxima del conductor en servicio normal | 90 | °C |
| Temperatura nominal máxima del conductor en condiciones de cortocircuito | 250 | °C |

Tabla 43 Características nominal conductor línea subterránea

Composición.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|--------------------------|-------------|-----------------|
| Sección del conductor | 400 | mm ² |
| Material del conductor | Aluminio | |
| Material del aislamiento | XLPE | |
| Tipo de pantalla | Hilos CU | |
| Material de la pantalla | Cobre | |
| Sección de la pantalla | 34 | mm ² |
| Material de cubierta | Polioléfina | |

Tabla 44 Composición conductor línea subterránea

Dimensiones.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|----------------------------|-------|--------|
| Diámetro sobre aislamiento | 48,5 | mm |
| Diámetro exterior nominal | 55 | mm |
| Peso aproximado del cable | 2.980 | Kg/km |

Tabla 45 Dimensiones conductor línea subterránea

Características eléctricas del cable.

| CARACTERÍSTICAS | VALOR | UNIDAD |
|--|--------|--------|
| Resistencia del conductor en c.c. a 90°C | 0,0778 | Ω/km |
| Reactancia inductiva a 90°C | 0,088 | Ω/km |
| Intensidad máxima admisible enterrado | 443 | A |

Tabla 46 Características eléctricas conductor línea subterránea

13.3.2. Terminales apantallados de interior

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado, y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

13.3.3. Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplieran la norma UNE-HD 629.1-S1.

13.3.4. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238, además de la Normas Particulares del Grupo REE DND002 para los empalmes y NNZ036 para los manguitos de unión.

13.3.5. Conversiones aéreas subterráneas

En los casos de que una línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, cumpliendo con esto en lo prescrito en el capítulo V apartado 5.7.7 de las normas particulares de REE, junto con el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en la ITC-LAT 06 apartado 4.7:

La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será siempre seccionable, quedando el seccionador a menos de 50 m de la conexión aérea-subterránea.

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102/A1:1999 y UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. El tubo o bandeja se encontrará obturado por su parte superior para evitar la entrada de agua y empotrado en la cimentación del apoyo.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

Dichas protecciones deberán cumplir las reglas de coordinación de aislamiento establecidas en las normas UNE-EN 60071-1:2006, UNE-EN 60071-1:2006/A1:2010, UNE-EN 60071-2:1999 y UNE-EN 60099-5:2013.

13.3.6. Auto válvulas – Pararrayos

En los pasos de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099-4:2016, UNE-EN 60099-5:2013, UNE 21087-3:1995. Las características exigidas serán las siguientes:

Tensión nominal: Un: 66 kV; Ur: 72,5 kV

| Tensión nominal de la red U _n , kV | Tensión más elevada de la red U _e , kV | Categoría de la red | Características mínimas del cable y accesorios | |
|---|---|---------------------|--|---------------------|
| | | | U ₁ /U ₂ ó U ₃ , kV | U _r , Kv |
| 3 | 3,6 | A-B | 1,8/3 | 45 |
| | | C | 3,6/6 | 60 |
| 6 | 7,2 | A-B | | |
| | | C | | |
| 10 | 12 | A-B | 8,7/15 | 95 |
| | | C | | |
| 15 | 17,5 | A-B | 12/20 | 125 |
| | | C | | |
| 20 | 24 | A-B | 15/25 | 145 |
| | | C | | |
| 25 | 30 | A-B | 18/30 | 170 |
| | | C | | |
| 30 | 36 | A-B | 26/45 | 250 |
| | | C | | |
| 45 | 52 | A-B | | |
| 66 | 72,5 | A-B | 36 | (1) |
| 110 | 123 | A-B | 64 | (1) |
| 132 | 145 | A-B | 76 | (1) |
| 150 | 170 | A-B | 87 | (1) |
| 220 | 245 | A-B | 127 | (1) |
| 400 | 420 | A-B | 220 | (1) |

Tabla 47 Tensiones de aislamiento

13.4. Puesta a tierra

En los extremos de la línea subterránea se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

13.4.1. Canalizaciones

Cableado en zanja bajo tubo y posteriormente en bandeja o bajo bridas desde las estaciones de potencia hasta los actuadores situados en los seguidores.

Apertura de zanjas de canalización y pozos de arquetas para la instalación de tubos en los que irán los conductores mencionados en el punto anterior. El relleno de las zanjas se realizará con materiales procedentes de la propia excavación, con un cribado en caso necesario para la eliminación de material de elevada granulometría que pueda dañar los cables o tubos, y posterior compactación del material en la zanja. Los tubos serán

sellados con espuma de poliuretano para evitar la entrada de roedores que puedan destruir el aislamiento de los conductores. Dicha espuma se cubrirá con pintura para evitar su deterioro a intemperie.

Instalación de arqueta de conexión eléctrica y comunicación prefabricada de hormigón sin fondo registrable capaz de soportar cargas de 400 kN con marco de chapa galvanizada y una tapa de fundición.

Se encontrarán arquetas tipo A2 (según plano) con la siguiente distribución:

Arquetas tipo A2

Sistema distribución eléctrica de líneas de A.T. internas.

Sistema de evacuación del centro de seccionamiento a la subestación.

13.4.2. Canalización bajo carretera

Construcción de una canalización subterránea para cruzamiento bajo carretera o camino para la circulación del tendido de cableado eléctrico y de telecomunicación perteneciente al circuito de evacuación en AT.

Esta canalización estará formada por un conjunto compuesto de dos arquetas registrables a ambos lados del camino. Las arquetas utilizadas para el cruce con camino serán registrables.

La correspondiente canalización se realizará a través de tubo para cada uno de los circuitos de los que se compone la línea de evacuación y para el cableado de telecomunicaciones. El tubo empleado para los tendidos de cableado eléctrico será de PE doble pared reforzada, con pared interior lisa de 800 mm de diámetro cada uno mientras que para el tendido de cableado de telecomunicaciones será de PE de 50 mm de diámetro cada uno. La canalización irá hormigonada en toda la longitud de la vía, y los tubos circularán bajo ésta a una distancia mínima de 0,60 metros hasta la parte superior del tubo.

13.4.3. Perforaciones subterráneas

Se utilizará estos sistemas de instalación en aquellas zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas

Estas técnicas podrán utilizarse en el caso de que se conozca el emplazamiento de las instalaciones subterráneas existentes y se disponga de espacio suficiente para situar los hoyos de ataque de los extremos, si son necesarios, así como la maquinaria y medios auxiliares precisos.

Su ventaja más importante es que no alteran el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, construcción de la propia excavación, etc., por lo que las molestias vecinales y de tráfico son mínimas.

Estas técnicas están particularmente indicadas en cruces de vías públicas, carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., donde no sea posible abrir zanjas, así como en ciudades monumentales o lugares de especial protección. También pueden ser necesarias para el cruce de alguna vía de circulación para la cual el organismo afectado solamente diera permiso para cruzar mediante estos sistemas.

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo. Por cada perforación tipo “topo” se canalizará un circuito.

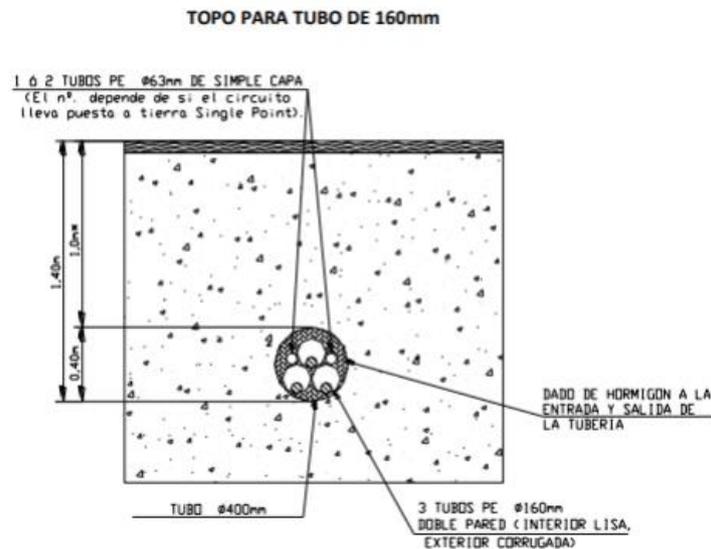
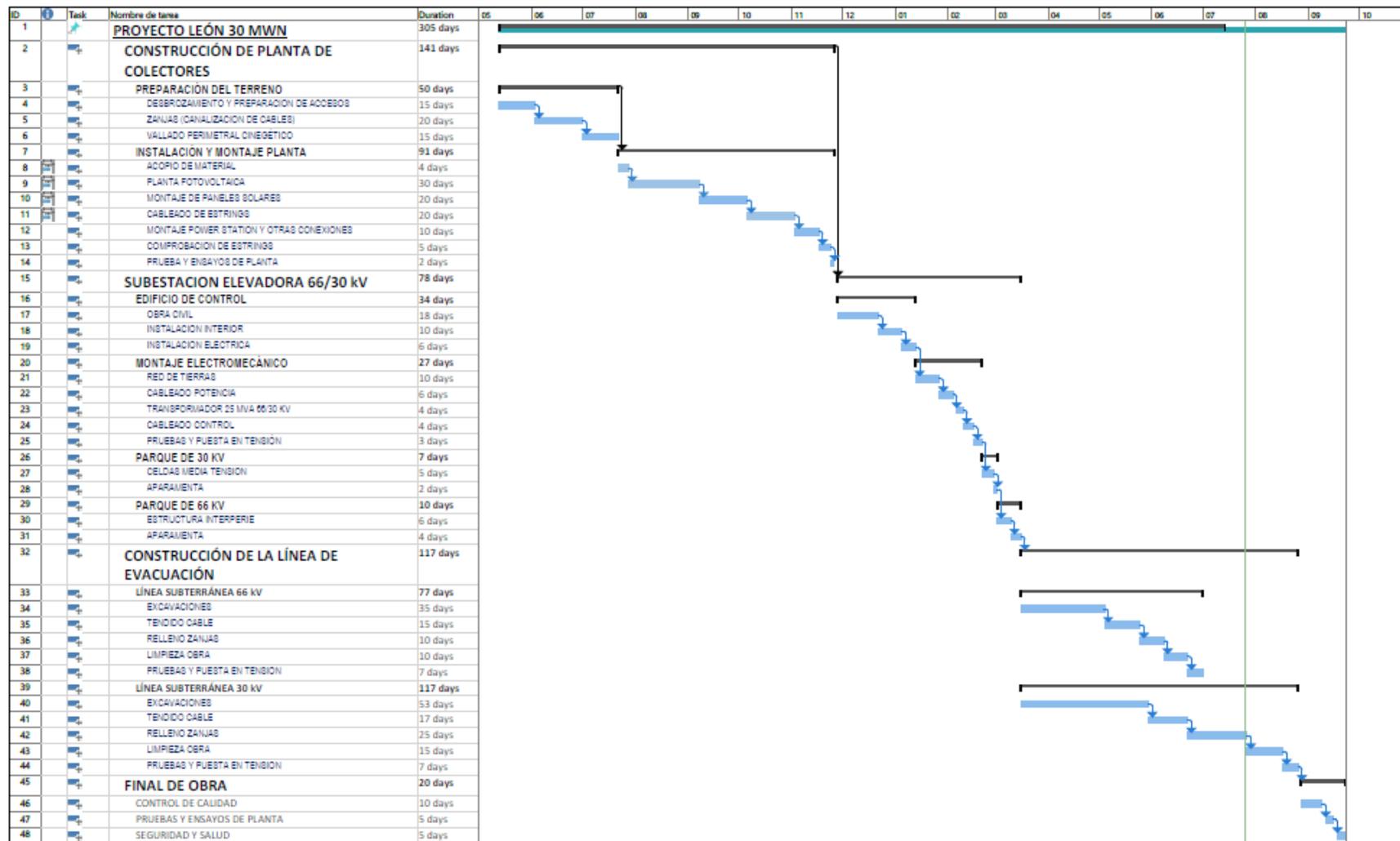


Ilustración 12 Topo

En caso de línea con dos circuitos, se realizarán dos perforaciones subterráneas para canalizar por cada perforación un circuito. Esto se realizará así en general, tanto por facilidad a la hora de la instalación de los tubos de polietileno por su interior, como para que los cables de ambos circuitos puedan ir separados y no suponga la perforación subterránea un punto caliente de la línea, y sobre todo para no tener que ir a perforaciones de diámetros difíciles de encontrar en el mercado.

14. CRONOGRAMA



CAPÍTULO II. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. RESUMEN PRESUPUESTO

| Planta Fotovoltaica LEÓN 31,04 MWp /30 MWn | | | | | € |
|--|--|----------|------------|------------|-----------------|
| 1 | Planta Fotovoltaica | Unidad | Mediciones | € | 12.785.099,92 € |
| 1.1 | <u>Maquinaria y equipos</u> | | | | 10.702.109,75 € |
| 1.1.1 | Módulos fotovoltaicos | Unidades | 57.779,00 | 135,25 | 7.814.609,75 € |
| 1.1.2 | Power Station | Unidades | 15,00 | 192.500,00 | 2.887.500,00 € |
| 1.2 | <u>Obra civil</u> | | | | 917.789,17 € |
| 1.2.1 | Montaje de módulos | Unidades | 57.779,00 | 0,23 | 13.289,17 € |
| 1.2.2 | Montaje de Power Station | Unidades | 15,00 | 46.000,00 | 690.000,00 € |
| 1.2.3 | Zanjas | m | 4.290,00 | 50,00 | 214.500,00 € |
| | - Movimiento de Tierra | | | | |
| | - Arquetas registrables | | | | |
| 1.3 | <u>Instalación eléctrica</u> | | | | 1.165.201,00 € |
| 1.3.1 | Instalacion de equipos | unidades | 15,00 | 7.850,00 | 117.750,00 € |
| | - Instalación inversores, trafos, cuadros de BT... | | | | |
| | - Protecciones MT | | | | |
| | - Cuadro general de MT,incl. Cables, barras y protec. | | | | |
| 1.3.2 | Instalación de baja tensión | unidades | 1,00 | 70.810,00 | 70.810,00 € |
| | - Suministro de cable solar de cobre | | | | |
| | - Suministro bandeja portacables | | | | |
| | - Instalación de cable solar de cobre | | | | |
| 1.3.3 | Sistema colector | m | 17.076,00 | 15,00 | 256.140,00 € |
| | - Conductor 240 mm ² | | | | |
| | - Conexiones | | | | |
| 1.3.4 | Sistema de comunicación | m | 5.692,00 | 2,00 | 11.384,00 € |
| | - Fibra óptica | | | | |
| 1.3.5 | Sistema de control | unidades | 15,00 | 45.237,00 | 678.555,00 € |
| | - Cámaras CCTV. Con sistema de visión nocturna por infrarrojos | | | | |
| | - Sistema de registro de datos | | | | |
| | - Servidores | | | | |
| 1.3.6 | Sistema de monitorización | unidades | 1,00 | 16.000,00 | 16.000,00 € |
| | - Sensores | | | | |
| | - Cable de comunicación | | | | |
| | - Hardware y licencias software | | | | |
| 1.3.7 | Sistema de tierras | unidades | 1,00 | 14.562,00 | 14.562,00 € |
| | - Suministro de cable de cobre aislado de 16mm ² | | | | |
| | - Instalación de cable de tierras 16 mm ² | | | | |
| | - Suministro de picas de tierra. Aleación cobre 1 m | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---------------|-------------------|--------------|------------------------|
| | - Instalación de picas de puesta a tierra | | | | |
| 2 | Línea de Evacuación | Unidad | Mediciones | € | 3.957.750,00 € |
| 2.1 | <u>Maquinaria y equipos</u> | | | | 3.957.750,00 € |
| 2.1.2 | Línea Subterránea 30 kV | km | 151,380 | 25.000,00 | 3.784.500,00 € |
| | - Conductor 630 mm2 | | | | |
| | - Kit de empalmes | | | | |
| 2.1.2 | Línea Subterránea 66 kV | km | 11,550 | 15.000,00 | 173.250,00 € |
| | - Conductor 400 mm2 | | | | |
| | - Kit de empalmes | | | | |
| 2.2 | <u>Obra civil</u> | | | | - € |
| 2.2.1 | Cimentaciones y colocacion de apoyos | unidades | - | 2.000,00 | - € |
| 3 | Subestación Elevadora | Unidad | Mediciones | € | 897.370,00 € |
| 3.1 | <u>Maquinaria y equipos</u> | | | | 647.370,00 € |
| 3.1.1 | Parque de 30 kV | Unidades | 1,00 | 74.520,00 | 74.520,00 € |
| 3.1.2 | Parque de 66 kV | Unidades | 1,00 | 246.850,00 | 246.850,00 € |
| 3.1.3 | Transformador 35 MW | Unidades | 1,00 | 326.000,00 | 326.000,00 € |
| 3.2 | <u>Obra civil</u> | | | | 250.000,00 € |
| 3.2.1 | Construccion y montaje de SET | Unidades | 1,00 | 250.000,00 € | 250.000,00 € |
| TOTAL | | | | | 17.640.219,92 € |
| ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD | | | | | 21.532 € |
| TOTAL PROYECTO DE EJECUCION MATERIAL (PEM) | | | | | 17.640.219,92 € |
| TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS | | | | | 15.307.229,75 € |
| TOTAL OBRA CIVIL | | | | | 1.167.789,17 € |
| TOTAL INSTALACION ELECTRICA | | | | | 1.165.201,00 € |

CAPÍTULO III. ANEXOS

**ANEXO I RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS
AFECTADOS (RBDA)**

A continuación, se presenta la relación actualizada de todos los datos de las parcelas afectadas por la planta fotovoltaica y su sistema de evacuación.

| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN-RED COLECTORA | | | | | |
|---|----------------------|----------|---------|----------------|---------------------------------|
| NÚMERO AFECCIÓN | DATOS PARCELA | | | | ZANJA |
| | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral | Sup. Afectada (m ²) |
| 1 | Gerena | 2 | 138 | 41045A00200138 | 400,16 |
| 2 | Gerena | 2 | 124 | 41045A00200124 | 1021,3 |
| 3 | Gerena | 2 | 20 | 41045A00200020 | 516,14 |
| 4 | Gerena | 12 | 20 | 41045A01200020 | 134,78 |
| 5 | Gerena | 12 | 19 | 41045A01200019 | 26,71 |
| 6 | Gerena | 12 | 18 | 41045A01200018 | 1.130,56 |
| 7 | Gerena | 12 | 16 | 41045A01200016 | 289,27 |
| 8 | Gerena | 12 | 17 | 41045A01200017 | 52,94 |
| 9 | Gerena | 12 | 8 | 41045A01200008 | 401,57 |

Tabla 48. RBDA Planta Fotovoltaica

| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN-LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | |
|---|----------------------|----------|---------|---------------|
| NÚMERO AFECCIÓN | DATOS PARCELA | | | |
| | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 1 | Sevilla | Gerena | 12 | 20 |
| 2 | Sevilla | Gerena | 12 | 9005 |
| 3 | Sevilla | Gerena | 11 | 9010 |
| 4 | Sevilla | Gerena | 11 | 8 |
| 5 | Sevilla | Gerena | 11 | 9006 |
| 6 | Sevilla | Gerena | 9 | 9011 |
| 7 | Sevilla | Gerena | 8 | 9009 |
| 8 | Sevilla | Gerena | 9 | 9002 |
| 9 | Sevilla | Gerena | 9 | 7 |
| 10 | Sevilla | Gerena | 9 | 9 |
| 11 | Sevilla | Gerena | 9 | 9005 |
| 12 | Sevilla | Gerena | 9 | 26 |
| 13 | Sevilla | Gerena | 9 | 27 |
| 14 | Sevilla | Gerena | 9 | 28 |
| 15 | Sevilla | Gerena | 9 | 29 |
| 16 | Sevilla | Gerena | 9 | 30 |
| 17 | Sevilla | Gerena | 9 | 31 |
| 18 | Sevilla | Gerena | 9 | 33 |
| 19 | Sevilla | Gerena | 9 | 12 |

| | | | | |
|----|---------|----------|---|------|
| 20 | Sevilla | Gerena | 8 | 9006 |
| 21 | Sevilla | Gerena | 8 | 9 |
| 22 | Sevilla | Gerena | 8 | 9003 |
| 23 | Sevilla | Gerena | 8 | 129 |
| 24 | Sevilla | Gerena | 8 | 130 |
| 25 | Sevilla | Gerena | 8 | 3 |
| 26 | Sevilla | Gerena | 8 | 8 |
| 27 | Sevilla | Gerena | 8 | 7 |
| 28 | Sevilla | Gerena | 8 | 6 |
| 29 | Sevilla | Gerena | 8 | 57 |
| 30 | Sevilla | Gerena | 8 | 56 |
| 31 | Sevilla | Gerena | 8 | 55 |
| 32 | Sevilla | Gerena | 8 | 47 |
| 33 | Sevilla | Gerena | 8 | 46 |
| 34 | Sevilla | Gerena | 8 | 117 |
| 35 | Sevilla | Gerena | 8 | 118 |
| 36 | Sevilla | Gerena | 8 | 45 |
| 40 | Sevilla | Gerena | 8 | 44 |
| 41 | Sevilla | Gerena | 8 | 2 |
| 42 | Sevilla | Gerena | 8 | 9008 |
| 43 | Sevilla | Gerena | 6 | 9004 |
| 44 | Sevilla | Gerena | 6 | 93 |
| 45 | Sevilla | Gerena | 8 | 9002 |
| 46 | Sevilla | Gerena | 8 | 1 |
| 47 | Sevilla | Olivares | 3 | 45 |
| 48 | Sevilla | Olivares | 3 | 46 |
| 49 | Sevilla | Olivares | 3 | 52 |
| 50 | Sevilla | Olivares | 3 | 53 |
| 51 | Sevilla | Olivares | 3 | 55 |
| 52 | Sevilla | Olivares | 3 | 49 |
| 53 | Sevilla | Olivares | 3 | 9003 |
| 54 | Sevilla | Olivares | 3 | 9001 |
| 55 | Sevilla | Olivares | 3 | 60 |
| 56 | Sevilla | Olivares | 3 | 65 |
| 57 | Sevilla | Olivares | 3 | 67 |
| 58 | Sevilla | Olivares | 3 | 69 |
| 59 | Sevilla | Olivares | 3 | 73 |
| 60 | Sevilla | Olivares | 3 | 74 |
| 61 | Sevilla | Olivares | 3 | 77 |
| 62 | Sevilla | Olivares | 3 | 79 |
| 63 | Sevilla | Olivares | 3 | 84 |
| 64 | Sevilla | Olivares | 3 | 85 |
| 65 | Sevilla | Olivares | 3 | 87 |
| 66 | Sevilla | Olivares | 3 | 9006 |

| | | | | |
|------------|---------|----------|----|------|
| 67 | Sevilla | Olivares | 3 | 90 |
| 68 | Sevilla | Olivares | 3 | 91 |
| 69 | Sevilla | Olivares | 3 | 96 |
| 70 | Sevilla | Olivares | 3 | 97 |
| 71 | Sevilla | Olivares | 3 | 310 |
| 72 | Sevilla | Olivares | 3 | 106 |
| 73 | Sevilla | Olivares | 3 | 110 |
| 74 | Sevilla | Olivares | 3 | 115 |
| 75 | Sevilla | Olivares | 3 | 120 |
| 76 | Sevilla | Olivares | 3 | 124 |
| 77 | Sevilla | Olivares | 3 | 125 |
| 78 | Sevilla | Olivares | 3 | 119 |
| 79 | Sevilla | Olivares | 3 | 127 |
| 80 | Sevilla | Olivares | 3 | 9007 |
| 81 | Sevilla | Olivares | 3 | 130 |
| 82 | Sevilla | Olivares | 5 | 9001 |
| 83 | Sevilla | Olivares | 5 | 199 |
| 84 | Sevilla | Olivares | 5 | 1 |
| 85 | Sevilla | Olivares | 5 | 9002 |
| 86 | Sevilla | Olivares | 5 | 6 |
| 87 | Sevilla | Olivares | 5 | 7 |
| 88 | Sevilla | Olivares | 5 | 195 |
| 89 | Sevilla | Olivares | 5 | 194 |
| 90 | Sevilla | Olivares | 5 | 192 |
| 91 | Sevilla | Olivares | 5 | 87 |
| 92 | Sevilla | Olivares | 5 | 88 |
| 93 | Sevilla | Olivares | 5 | 86 |
| 94 | Sevilla | Olivares | 5 | 9008 |
| 95 | Sevilla | Olivares | 5 | 84 |
| 96 | Sevilla | Olivares | 5 | 9005 |
| 97 | Sevilla | Olivares | 5 | 60 |
| 98 | Sevilla | Olivares | 5 | 59 |
| 99 | Sevilla | Olivares | 5 | 9007 |
| 100 | Sevilla | Olivares | 5 | 58 |
| 101 | Sevilla | Olivares | 4 | 29 |
| 102 | Sevilla | Olivares | 4 | 9007 |
| 103 | Sevilla | Olivares | 4 | 28 |
| 104 | Sevilla | Olivares | 4 | 26 |
| 105 | Sevilla | Olivares | 4 | 27 |
| 106 | Sevilla | Salteras | 19 | 31 |
| 107 | Sevilla | Salteras | 19 | 9005 |
| 108 | Sevilla | Salteras | 19 | 32 |
| 109 | Sevilla | Salteras | 19 | 34 |
| 110 | Sevilla | Salteras | 19 | 37 |

| | | | | |
|------------|---------|------------|----|------|
| 111 | Sevilla | Salteras | 19 | 9006 |
| 112 | Sevilla | Salteras | 19 | 36 |
| 113 | Sevilla | Salteras | 19 | 41 |
| 114 | Sevilla | Salteras | 19 | 9007 |
| 115 | Sevilla | Salteras | 19 | 42 |
| 116 | Sevilla | Salteras | 19 | 9003 |
| 117 | Sevilla | Salteras | 18 | 3 |
| 118 | Sevilla | Salteras | 18 | 9017 |
| 119 | Sevilla | Salteras | 18 | 4 |
| 120 | Sevilla | Salteras | 18 | 6 |
| 121 | Sevilla | Salteras | 18 | 104 |
| 122 | Sevilla | Salteras | 18 | 9003 |
| 123 | Sevilla | Salteras | 18 | 123 |
| 124 | Sevilla | Salteras | 18 | 9005 |
| 125 | Sevilla | Salteras | 18 | 124 |
| 126 | Sevilla | Salteras | 18 | 129 |
| 127 | Sevilla | Salteras | 18 | 9022 |
| 128 | Sevilla | Salteras | 18 | 130 |
| 129 | Sevilla | Salteras | 18 | 9014 |
| 130 | Sevilla | Salteras | 18 | 131 |
| 131 | Sevilla | Salteras | 18 | 9011 |
| 132 | Sevilla | Salteras | 18 | 132 |
| 133 | Sevilla | Salteras | 20 | 9006 |
| 134 | Sevilla | Salteras | 18 | 9002 |
| 135 | Sevilla | Salteras | 20 | 39 |
| 136 | Sevilla | Salteras | 20 | 59 |
| 137 | Sevilla | Salteras | 20 | 57 |
| 138 | Sevilla | Salteras | 20 | 58 |
| 139 | Sevilla | Salteras | 20 | 60 |
| 140 | Sevilla | Salteras | 20 | 121 |
| 141 | Sevilla | Salteras | 20 | 122 |
| 142 | Sevilla | Salteras | 20 | 61 |
| 143 | Sevilla | Salteras | 20 | 62 |
| 144 | Sevilla | Salteras | 11 | 9001 |
| 145 | Sevilla | Salteras | 11 | 36 |
| 146 | Sevilla | Salteras | 11 | 9002 |
| 147 | Sevilla | Valencina | 9 | 9005 |
| 148 | Sevilla | Valencina | 8 | 9001 |
| 149 | Sevilla | Valencina | 9 | 2 |
| 150 | Sevilla | Valencina | 9 | 9004 |
| 151 | Sevilla | Valencina | 8 | 9002 |
| 152 | Sevilla | Valencina | 8 | 2 |
| 153 | Sevilla | Valencina | 8 | 9003 |
| 154 | Sevilla | Espartinas | 3 | 1 |

| | | | | |
|-----|---------|------------|----|------|
| 155 | Sevilla | Espartinas | 3 | 17 |
| 156 | Sevilla | Espartinas | 3 | 107 |
| 157 | Sevilla | Espartinas | 3 | 18 |
| 158 | Sevilla | Espartinas | 3 | 22 |
| 159 | Sevilla | Espartinas | 3 | 96 |
| 160 | Sevilla | Espartinas | 3 | 88 |
| 161 | Sevilla | Espartinas | 3 | 87 |
| 162 | Sevilla | Espartinas | 3 | 76 |
| 163 | Sevilla | Espartinas | 3 | 73 |
| 164 | Sevilla | Espartinas | 3 | 72 |
| 165 | Sevilla | Espartinas | 2 | 9010 |
| 166 | Sevilla | Espartinas | 10 | 9007 |
| 167 | Sevilla | Espartinas | 10 | 9008 |
| 168 | Sevilla | Espartinas | 4 | 6 |
| 169 | Sevilla | Espartinas | 4 | 7 |
| 170 | Sevilla | Espartinas | 4 | 9002 |
| 171 | Sevilla | Espartinas | 4 | 32 |
| 172 | Sevilla | Espartinas | 4 | 35 |
| 173 | Sevilla | Espartinas | 4 | 37 |
| 174 | Sevilla | Espartinas | 4 | 76 |
| 175 | Sevilla | Espartinas | 4 | 9006 |
| 176 | Sevilla | Bormujos | 1 | 9001 |
| 177 | Sevilla | Bormujos | 1 | 1 |
| 178 | Sevilla | Bormujos | 1 | 63 |
| 179 | Sevilla | Bormujos | 1 | 57 |
| 180 | Sevilla | Bormujos | 1 | 56 |
| 181 | Sevilla | Bormujos | 1 | 9008 |
| 182 | Sevilla | Bormujos | 1 | 34 |
| 183 | Sevilla | Bormujos | 1 | 35 |
| 184 | Sevilla | Bormujos | 1 | 36 |
| 185 | Sevilla | Bormujos | 1 | 38 |
| 186 | Sevilla | Bormujos | 1 | 28 |
| 187 | Sevilla | Bormujos | 1 | 26 |
| 188 | Sevilla | Bormujos | 1 | 24 |
| 189 | Sevilla | Bormujos | 1 | 4 |
| 190 | Sevilla | Bormujos | 10 | 15 |
| 191 | Sevilla | Bormujos | 10 | 13 |
| 192 | Sevilla | Bormujos | 10 | 106 |
| 193 | Sevilla | Bormujos | 10 | 11 |
| 194 | Sevilla | Bormujos | 10 | 9008 |
| 195 | Sevilla | Bormujos | 10 | 58 |
| 196 | Sevilla | Bormujos | 10 | 63 |
| 197 | Sevilla | Bormujos | 10 | 67 |
| 198 | Sevilla | Bormujos | 10 | 72 |

| | | | | |
|-----|---------|----------|----|------|
| 199 | Sevilla | Bormujos | 10 | 74 |
| 200 | Sevilla | Bormujos | 10 | 75 |
| 201 | Sevilla | Bormujos | 10 | 9006 |
| 202 | Sevilla | Bormujos | 10 | 78 |
| 203 | Sevilla | Bormujos | 10 | 77 |
| 204 | Sevilla | Bormujos | 9 | 9003 |
| 205 | Sevilla | Bormujos | 9 | 38 |
| 206 | Sevilla | Bormujos | 9 | 24 |
| 207 | Sevilla | Bormujos | 9 | 23 |
| 208 | Sevilla | Bormujos | 9 | 22 |
| 209 | Sevilla | Bormujos | 9 | 21 |
| 210 | Sevilla | Bormujos | 9 | 9001 |
| 211 | Sevilla | Bormujos | 9 | 19 |
| 212 | Sevilla | Bormujos | 9 | 18 |
| 213 | Sevilla | Bormujos | 9 | 13 |
| 214 | Sevilla | Bormujos | 9 | 14 |
| 215 | Sevilla | Bormujos | 9 | 15 |
| 216 | Sevilla | Bormujos | 9 | 16 |
| 217 | Sevilla | Bormujos | 9 | 32 |
| 218 | Sevilla | Bormujos | 7 | 24 |
| 219 | Sevilla | Bormujos | 7 | 79 |
| 220 | Sevilla | Bormujos | 7 | 25 |
| 221 | Sevilla | Bormujos | 7 | 23 |
| 222 | Sevilla | Bormujos | 7 | 26 |
| 223 | Sevilla | Bormujos | 7 | 27 |
| 224 | Sevilla | Bormujos | 7 | 28 |
| 225 | Sevilla | Bormujos | 7 | 31 |
| 226 | Sevilla | Bormujos | 7 | 22 |
| 227 | Sevilla | Bormujos | 7 | 72 |
| 228 | Sevilla | Bormujos | 7 | 9006 |
| 229 | Sevilla | Bormujos | 7 | 9004 |
| 230 | Sevilla | Bormujos | 8 | 2 |
| 231 | Sevilla | Bormujos | 8 | 1 |
| 232 | Sevilla | Bormujos | 7 | 16 |
| 233 | Sevilla | Bormujos | 6 | 9003 |
| 234 | Sevilla | Bormujos | 6 | 1 |
| 235 | Sevilla | Bormujos | 6 | 9001 |
| 236 | Sevilla | Bormujos | 7 | 15 |
| 237 | Sevilla | Bormujos | 7 | 14 |
| 238 | Sevilla | Bormujos | 7 | 13 |
| 239 | Sevilla | Bormujos | 7 | 6 |
| 240 | Sevilla | Bormujos | 6 | 5 |
| 241 | Sevilla | Bormujos | 7 | 11 |
| 242 | Sevilla | Bormujos | 6 | 9007 |

| | | | | |
|------------|---------|-----------------------------|---|------|
| 243 | Sevilla | Bormujos | 7 | 9010 |
| 244 | Sevilla | Bormujos | 5 | 5 |
| 245 | Sevilla | Bormujos | 5 | 10 |
| 246 | Sevilla | Bormujos | 5 | 9002 |
| 247 | Sevilla | Tomares | | |
| 248 | Sevilla | Tomares | 2 | 9001 |
| 249 | Sevilla | Tomares | | |
| 250 | Sevilla | Tomares | | |
| 251 | Sevilla | Tomares | | 1 |
| 252 | Sevilla | Tomares | | 1 |
| 253 | Sevilla | Tomares | | 3 |
| 254 | Sevilla | Tomares | | 11 |
| 255 | Sevilla | Tomares | | 22 |
| 256 | Sevilla | Tomares | | 21 |
| 257 | Sevilla | San Juan de Aznalfarache | | 1 |
| 258 | Sevilla | San Juan de Aznalfarache | | 2 |
| 259 | Sevilla | San Juan de Aznalfarache | | 6 |
| 260 | Sevilla | San Juan de Aznalfarache | | 5 |

Tabla 49 RBDA Línea de evacuación

ANEXO II CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. CÁLCULOS BAJA TENSIÓN

1.1. Circuitos de corriente continua hasta cajas de concentración de string.

El tipo de cable a utilizar en la parte de continua será cable solar, que transcurrirá por la instalación en las bandejas Rejiband o similar correspondientes.

Se utilizarán secciones de cable de 4, 10 y 16 mm² para los tramos en continua de módulos a strings y de strings a los cuadros de concentración de string.

La elección del cableado se basa en dos criterios: El térmico y el de caída de tensión.

Criterio Térmico: Los cables deberán tener una sección, tal que, la intensidad máxima admisible del mismo sea superior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Observando la ficha técnica del módulo, se obtiene que $I_{mpp}=17,45$ A en el peor de los casos, y tal y como hemos mencionado antes, la intensidad admisible corregida debe ser mayor que 1,25% la intensidad nominal.

$$I_{mpp} \times 1,25 = 17,49 \times 1,25 = 21,86 < I_{adm}^{corr}$$

La intensidad admisible corregida será la intensidad admisible del cable multiplicada por un factor de corrección:

Primeramente, debe aplicarse un factor de corrección por exposición directa del sol del conductor.

$$F_{sol} = 0,9$$

El segundo factor de corrección, correspondiente a la temperatura ambiente (Tabla 50. Factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40°C).

| Temperatura de servicio Θ_s en °C | Temperatura ambiente, Θ_a , en °C | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|--|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | |
| 90 | 1.27 | 1.22 | 1.18 | 1.14 | 1.10 | 1.05 | 1 | 0.95 | 0.90 | 0.84 | 0.77 | |

Tabla 50. Factor de corrección por la temperatura ambiente distinta de 40 ° C.

El tercer factor de corrección a considerar es de agrupación de conductores, donde se dispone de 3 cables unipolares por string (positivo, negativo y tierra).

| Tipo de instalación | | Nº de circuitos trifásicos (1) | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | Nº de bandejas | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 9 |
| Bandejas perforadas (2) | Contiguos | 1 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,75 |
| | | 2 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 |
| | | 3 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,65 |
| | Espaciados | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | - |
| | | 2 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | - |
| | | 3 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | - |
| Bandejas verticales perforadas (3) | Contiguos | 1 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 |
| | | 2 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,70 |
| | Espaciados | 1 | 1,00 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,85 | - |
| | | 2 | 1,00 | 0,90 | 0,90 | 0,85 | 0,85 | - |
| | | 3 | 1,00 | 0,90 | 0,90 | 0,85 | 0,85 | - |
| | | 4 | 1,00 | 0,90 | 0,90 | 0,85 | 0,85 | - |
| Bandejas escalera, soportes, etc. (2) | Contiguos | 1 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| | | 2 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,75 |
| | | 3 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 |
| | Espaciados | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | - |
| | | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,95 | - |
| | | 3 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,95 | 0,75 | - |

Tabla 51. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos.

$$F_{correc} = F_{sol} \cdot F_{temp\ amb} \cdot F_{agrup}$$

Las tablas del cable solar Tecsun H1Z2Z2-K de tensión 1,5 KVcc muestran la intensidad máxima que es capaz de soportar en función de la sección:

| NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ² | DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1) | DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÍNIMO) mm | DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm | PESO kg/km (1) | RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km | INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A | INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3) | CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2) |
|---|--------------------------------------|---|---|----------------|--|------------------------------------|---|-------------------------------|
| 1 x 1,5 | 1,6 | 4,4 | 5 | 35 | 13,7 | 24 | 30 | 30,48 |
| 1 x 2,5 | 1,9 | 4,8 | 5,4 | 46 | 8,21 | 34 | 41 | 18,31 |
| 1 x 4 | 2,4 | 5,3 | 5,9 | 61 | 5,09 | 46 | 55 | 11,45 |
| 1 x 6 | 2,9 | 5,9 | 6,5 | 80 | 3,39 | 59 | 70 | 7,75 |
| 1 x 10 | 4 | 7,0 | 7,6 | 122 | 1,95 | 82 | 98 | 4,60 |
| 1 x 16 | 5,6 | 9,0 | 9,8 | 200 | 1,24 | 110 | 132 | 2,89 |
| 1 x 25 | 6,4 | 10,3 | 11,2 | 290 | 0,795 | 146 | 176 | 1,83 |
| 1 x 35 | 7,5 | 11,7 | 12,5 | 400 | 0,565 | 182 | 218 | 1,32 |
| 1 x 50 | 9 | 13,5 | 14,5 | 560 | 0,393 | 220 | 276 | 0,98 |
| 1 x 70 | 10,8 | 15,5 | 16,5 | 750 | 0,277 | 282 | 347 | 0,68 |
| 1 x 95 | 12,6 | 17,7 | 18,7 | 970 | 0,210 | 343 | 416 | 0,48 |
| 1 x 120 | 14,2 | 19,2 | 20,4 | 1220 | 0,164 | 397 | 488 | 0,39 |
| 1 x 150 | 15,8 | 21,4 | 22,6 | 1500 | 0,132 | 458 | 566 | 0,31 |
| 1 x 185 | 17,4 | 23,7 | 25,1 | 1840 | 0,108 | 523 | 644 | 0,25 |
| 1 x 240 | 20,4 | 27,1 | 28,5 | 2400 | 0,0817 | 617 | 775 | 0,20 |

Tabla 52. Tecsun H1Z2Z2-K

Criterio Caída de Tensión: Para la sección, superamos holgadamente el criterio de caída de tensión máxima, con menos de un 1,5 %, la cual hace referencia a la caída de tensión desde el inversor.

$$\Delta U (\%) = \frac{2 \cdot I \cdot L_{cc}}{Cond_{Cu} \cdot S \cdot U}$$

Donde:

- I: Intensidad en el punto de máxima Potencia.
- Lcc: La longitud del cable de corriente continua.
- S: Sección cable a utilizar.
- U: Tensión continua que sería el número de módulos en serie por su mínima tensión de trabajo, que coincide con el de mayor corriente generada.
- CondCu: Conductividad del cobre a 90°C.

1.2. Circuitos de corriente continua entre CCS y embarrados

El tipo de cable a utilizar en la parte de continua será el mismo cable, que transcurrirá bajo zanja en tubo corrugado.

Se utilizará secciones de cable de cobre de 240 mm² para los tramos en continua entre cuadros de concentración de string y los embarrados de entrada a los inversores.

La elección del cableado se basa en dos criterios: El térmico y el de caída de tensión. El criterio de caída de tensión resulta más restrictivo.

Criterio Térmico: Los cables deberán tener una sección, tal que, la intensidad máxima admisible del mismo sea superior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Observando la ficha técnica del módulo, se obtiene que $I_{mpp}=17,49$ A en el peor de los casos, y tal y como hemos mencionado antes, la intensidad admisible corregida debe ser mayor que 125% la intensidad nominal.

$$I_{mpp} \times 1,25 = < I_{corr adm}$$

La intensidad admisible corregida será la intensidad admisible del cable multiplicada por un factor de corrección.

Tanto para la temperatura del terreno como para la resistividad térmica del terreno se considerarán los valores estándar (25°C y 1,5 K·m/W), los cuales se pueden consultar en la Tabla 53 y la Tabla 54, siendo el valor de los factores de corrección de 1 y 0,85.

$$F_{temp terreno} = 1$$

| Temperatura de servicio Θ_s (°C) | Temperatura del terreno, Θ_t , en °C | | | | | | | | | |
|---|---|------|------|----|------|------|------|------|------|--|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | |
| 90 | 1.11 | 1.07 | 1.04 | 1 | 0.96 | 0.92 | 0.88 | 0.83 | 0.78 | |
| 70 | 1.15 | 1.11 | 1.05 | 1 | 0.94 | 0.88 | 0.82 | 0.75 | 0.67 | |

Tabla 53. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

$$F_{resist terreno} = 0,85$$

| Tipo de cable | Resistividad térmica del terreno, en K·m/W | | | | | | | | | | |
|---------------|--|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 1 | 1.10 | 1.20 | 1.40 | 1.65 | 2.00 | 2.50 | 2.80 |
| Unipolar | 1.09 | 1.06 | 1.04 | 1 | 0.96 | 0.93 | 0.87 | 0.81 | 0.75 | 0.68 | 0.66 |
| Tripolar | 1.07 | 1.05 | 1.03 | 1 | 0.97 | 0.94 | 0.89 | 0.84 | 0.78 | 0.71 | 0.69 |

Tabla 54. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 Km/W

| Factor de corrección | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Separación entre los cables o ternas | Número de cables o ternas de la zanja | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| D=0 (en contacto) | 0,80 | 0,70 | 0,64 | 0,60 | 0,56 | 0,53 | 0,50 | 0,47 |
| d= 0,07 m | 0,85 | 0,75 | 0,68 | 0,64 | 0,6 | 0,56 | 0,53 | 0,50 |
| d= 0,10 m | 0,85 | 0,76 | 0,69 | 0,65 | 0,62 | 0,58 | 0,55 | 0,53 |
| d= 0,15 m | 0,87 | 0,77 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,62 | 0,59 | 0,57 |
| d= 0,20 m | 0,88 | 0,79 | 0,74 | 0,70 | 0,68 | 0,64 | 0,62 | 0,60 |
| d= 0,25 m | 0,89 | 0,80 | 0,76 | 0,72 | 0,70 | 0,66 | 0,64 | 0,62 |

Tabla 55. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicas o ternas de cables unipolares

La profundidad de instalación en prácticamente todo el recorrido de este cableado será a una profundidad de 1 metro para cumplir con la normativa de soterramiento del cableado de baja tensión, el cual requiere de una profundidad mínima de 0,8 metros si en la superficie circulan vehículos.

$$F_{prof} = 0,97$$

| Profundidad de instalación (m) | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,20 |
|--------------------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| Factor de corrección | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,95 |

Tabla 56. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación

$$F_{correc} = F_{resist\ terreno} \cdot F_{temp\ terreno} \cdot F_{agrup} \cdot F_{prof}$$

Las tablas del cable Tecsun de tensión 1,5 kVcc nos muestran la intensidad máxima que es capaz de soportar para cada sección:

| NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ² | DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1) | DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÍNIMO) mm | DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm | PESO kg/km (1) | RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km | INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A | INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3) | CAIDA DE TENSIÓN V/(A.km) (2) |
|---|--------------------------------------|---|---|----------------|--|------------------------------------|---|-------------------------------|
| 1 x 1,5 | 1,6 | 4,4 | 5 | 35 | 13,7 | 24 | 30 | 30,48 |
| 1 x 2,5 | 1,9 | 4,8 | 5,4 | 46 | 8,21 | 34 | 41 | 18,31 |
| 1 x 4 | 2,4 | 5,3 | 5,9 | 61 | 5,09 | 46 | 55 | 11,45 |
| 1 x 6 | 2,9 | 5,9 | 6,5 | 80 | 3,39 | 59 | 70 | 7,75 |
| 1 x 10 | 4 | 7,0 | 7,6 | 122 | 1,95 | 82 | 98 | 4,60 |
| 1 x 16 | 5,6 | 9,0 | 9,8 | 200 | 1,24 | 110 | 132 | 2,89 |
| 1 x 25 | 6,4 | 10,3 | 11,2 | 290 | 0,795 | 146 | 176 | 1,83 |
| 1 x 35 | 7,5 | 11,7 | 12,5 | 400 | 0,565 | 182 | 218 | 1,32 |
| 1 x 50 | 9 | 13,5 | 14,5 | 560 | 0,393 | 220 | 276 | 0,98 |
| 1 x 70 | 10,8 | 15,5 | 16,5 | 750 | 0,277 | 282 | 347 | 0,68 |
| 1 x 95 | 12,6 | 17,7 | 18,7 | 970 | 0,210 | 343 | 416 | 0,48 |
| 1 x 120 | 14,2 | 19,2 | 20,4 | 1220 | 0,164 | 397 | 488 | 0,39 |
| 1 x 150 | 15,8 | 21,4 | 22,6 | 1500 | 0,132 | 458 | 566 | 0,31 |
| 1 x 185 | 17,4 | 23,7 | 25,1 | 1840 | 0,108 | 523 | 644 | 0,25 |
| 1 x 240 | 20,4 | 27,1 | 28,5 | 2400 | 0,0817 | 617 | 775 | 0,20 |

Tabla 57. Intensidad máxima de cada sección

Criterio Caída de Tensión: Para la sección, superamos holgadamente el criterio de caída de tensión máxima, con menos de un 1,5 %, el cual se requiere desde el inversor.

La distancia más desfavorable para la caída de tensión se corresponde con la mayor longitud de string.

$$\Delta U (\%) = \frac{2 \cdot I \cdot L_{cc}}{Cond_{cu} \cdot S \cdot U}$$

Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta la resistividad del cobre para la temperatura máxima de servicio del cable y las longitudes utilizadas son superiores en 25 m a las del trazado en estudio.

1.3. Circuitos de corriente alterna desde inversores hasta conexión

En la parte de corriente AC, se utilizará cableado de conductores de cobre unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1KV de 240, 400 o 630 mm² de sección por fase para conectar el lado de corriente AC del inversor con el transformador.

Para calcular correctamente la sección del conductor, se realizarán los cálculos necesarios para que cumplan con el criterio térmico y con el criterio de caída de tensión.

El criterio térmico se realizaría siguiendo el mismo procedimiento, a excepción del cálculo de la intensidad nominal, el cual se describe a continuación:

- Corriente alterna monofásica $I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$
- Corriente alterna trifásica $I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}$

Para el criterio de caída de tensión, el cálculo de la caída de tensión debe realizarse mediante las ecuaciones descritas a continuación.

- Caída de tensión alterna monofásica $\Delta U = 2 \cdot L \cdot I \cdot \left[\frac{\cos \varphi}{\gamma \cdot S} + \frac{x \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot n} \right]$
- Caída de tensión trifásica $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \left[\frac{\cos \varphi}{\gamma \cdot S} + \frac{x \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot n} \right]$

Siendo:

- L: Longitud de la línea en metros
- I: Intensidad que recorre la línea en A
- $\cos \varphi$: Coseno del ángulo φ entre la tensión (de fase) y la intensidad
- $\sin \varphi$: Seno del ángulo φ entre la tensión (de fase) y la intensidad
- γ : Conductividad del conductor en m/(Ω /mm²)
- ΔU : Caída de tensión en V
- x: Reactancia de la línea (0,08 Ω /km)
- n: Número de conductores por línea
- S: Sección del conductor en mm²

También se indica en la Guía-BT-Anexo 2 que, a falta de datos, el factor de potencia tipo a considerar en la instalación en esta misma guía, es de 0,85.

Se toma en consideración que la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia si la sección es igual o inferior a 35 mm² de cobre o de 70 mm² de aluminio.

- Caída de tensión AC Monofásica $\Delta U = \frac{2 \cdot R \cdot P \cdot L}{U}$
- Caída de tensión AC Trifásica $\Delta U = \frac{R \cdot P \cdot L}{U}$

El valor de la resistencia, varía con la temperatura. Para este caso y por considerarse el más desfavorable, se ha calculado a la temperatura máxima prevista en servicio del cable de 90°C. También se podría calcular la temperatura del cable empleando la siguiente ecuación.

$$T = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{m\acute{a}x}}\right)^2$$

Siendo:

- T: Temperatura real estimada del conductor
- T_0 : Temperatura ambiente del conductor
- $T_{m\acute{a}x}$: Temperatura máxima admisible
- I: Intensidad prevista para el conductor
- $I_{m\acute{a}x}$: Intensidad máxima admisible del conductor.

Para calcular la resistencia a la temperatura real estimada del conductor se aplicará la siguiente ecuación, la cual nos permite hallar dicho valor en función de la resistencia de 20 °C suministrada por el fabricante.

$$R_t = R_{20} \cdot [1 + \alpha(\theta - 20)]$$

Donde:

- R_t : Resistencia a la temperatura real estimada del conductor.
- R_{20} : Resistencia del cable a la temperatura de 20°C.
- α : Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor.
- θ : Temperatura real estimada del conductor.

La caída máxima de tensión permitida es del 3% considerada para toda la instalación, pero como criterio de diseño los cálculos se han realizado para que la caída de tensión por cada string no supere en ningún caso el 1,5%. El tipo de cable a utilizar será RZ1-K (AS) 0,6/1KV. Para cada uno de los circuitos se ha calculado la intensidad que circula por el mismo, además de la caída de tensión parcial y global.

Criterio Térmico: Los cables deberán tener una sección, tal que, la intensidad máxima admisible del mismo sea superior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Observando la ficha técnica del inversor, se obtiene la intensidad mediante los parámetros principales de potencia, factor de potencia y la tensión del inversor al introducirse en la ecuación anterior. En nuestro caso, al realizar la evacuación de la energía desde el inversor hasta el transformador mediante una línea trifásica, calcularemos la corriente alterna trifásica.

$$I_{inv} = \frac{Pot_{inv} (w)}{\sqrt{3} \cdot U (V) \cdot 0,95}$$

Una vez obtenida la intensidad máxima que recorre la línea, es necesario aplicar el sobredimensionado mencionado anteriormente, obteniendo así el valor mínimo que debe tener la intensidad máxima admisible de la línea una vez se haya obtenido ésta.

$$I_{inv} \times 1,25 = < I \text{ corr adm}$$

La intensidad admisible corregida será la intensidad admisible del cable multiplicada por un factor de corrección.

Tanto para la temperatura del terreno como para la resistividad térmica del terreno se considerarán los valores estándar (25°C y 1,5 K·m/W), los cuales se pueden consultar en la Tabla siguiente.

| Temperatura de servicio Θ_s en °C | Temperatura ambiente, Θ_a , en °C | | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| 90 | 1.27 | 1.22 | 1.18 | 1.14 | 1.10 | 1.05 | 1 | 0.95 | 0.90 | 0.84 | 0.77 |

Tabla 58. Factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40°C

El tercer factor de corrección a considerar es de agrupación de conductores, como puede verse en la siguiente tabla.

| Tipo de instalación | | N° de circuitos trifásicos (1) | | | | | | |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | N° de bandejas | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 9 |
| Bandejas perforadas (2) | Contiguos  | 1 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,75 |
| | | 2 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 |
| | | 3 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,65 |
| | Espaciados  | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | - |
| | | 2 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | - |
| | | 3 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | - |
| Bandejas verticales perforadas (3) | Contiguos  | 1 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 |
| | | 2 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,70 |
| | Espaciados  | 1 | 1,00 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,85 | - |
| | | 2 | 1,00 | 0,90 | 0,90 | 0,85 | 0,85 | - |
| Bandejas escalera, soportes, etc. (2) | Contiguos  | 1 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| | | 2 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,75 |
| | | 3 | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 |
| | Espaciados  | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | - |
| | | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,95 | - |
| | | 3 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,95 | 0,75 | - |

Tabla 59. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos

$$F_{correc} = F_{temp\ ambiente} \cdot F_{agrup}$$

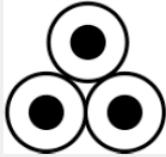
| Sección nominal mm ² | Tres cables unipolares (1) | | | 1 cable trifásico | | |
|------------------------------------|---|-----|-----|--|-----|-----|
| |  | | |  | | |
| | Tipo de aislamiento | | | | | |
| | XLPE | EPR | PVC | XLPE | EPR | PVC |
| 6 | 46 | 45 | 38 | 44 | 43 | 36 |
| 10 | 64 | 62 | 53 | 61 | 60 | 50 |
| 16 | 86 | 83 | 71 | 82 | 80 | 65 |
| 25 | 120 | 115 | 96 | 110 | 105 | 87 |
| 35 | 145 | 140 | 115 | 135 | 130 | 105 |
| 50 | 180 | 175 | 145 | 165 | 160 | 130 |
| 70 | 230 | 225 | 185 | 210 | 220 | 165 |
| 95 | 285 | 280 | 235 | 260 | 250 | 205 |
| 120 | 335 | 325 | 275 | 300 | 290 | 240 |
| 150 | 385 | 375 | 315 | 350 | 335 | 275 |
| 185 | 450 | 440 | 365 | 400 | 385 | 315 |
| 240 | 535 | 515 | 435 | 475 | 460 | 370 |
| 300 | 615 | 595 | 500 | 545 | 520 | 425 |
| 400 | 720 | 700 | 585 | 645 | 610 | 495 |
| 500 | 825 | 800 | 665 | - | - | - |
| 630 | 950 | 915 | 765 | - | - | - |

Tabla 60. Intensidad máxima admisible para cable de 0,6/1 kV de conductor de cobre instalado al aire en galería

Se va a comprobar que los cables cumplen con el criterio térmico ya que estos son los más desfavorables.

$$I_{adm}^{corr} = I_{adm} \times F_{corr} \geq I_{nom}$$

Criterio Caída de Tensión: Para el cálculo de la sección por criterio de caída de tensión, debemos cumplir con una caída de tensión menor a 3%.

$$T = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{m\acute{a}x}}\right)^2$$

$$R_t = R_{20} \cdot [1 + \alpha(\theta - 20)]$$

La distancia más desfavorable para la caída de tensión es de 15 metros, ya que el inversor y el transformador se encuentra en la misma estación de media tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \left[\frac{\cos \varphi}{\gamma \cdot S} + \frac{x \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot n} \right]$$

Los cálculos se realizan teniendo en cuenta la resistividad del cobre para la temperatura máxima de servicio del cable y las longitudes utilizadas son superiores en 5 m a las del trazado en estudio.

1.4. Resistencia de puesta a tierra

Este valor será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto de un valor superior a 24 V.

Cada circuito llevará una protección con interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad, por lo que la resistencia más desfavorable no podrá ser superior al valor dado por:

$$R_{m\acute{a}x} = \frac{24}{0,3} = 80 \Omega$$

La red de tierras será independiente de la red de la compaa distribuidora.

La red de tierras se realizará mediante picas de cobre de 2 m de longitud. El número de picas a utilizar vendrá condicionado por la naturaleza conductora del terreno con el fin de garantizar que $R_{p-t} < 80 \Omega$. En el caso de picas:

$$R_{p-t} = \frac{\rho}{L}$$

Debido a que no se puede conocer exactamente la naturaleza del terreno y por ello, tampoco la resistividad de éste, a falta de un estudio geotécnico del terreno, se considerará como resistividad del terreno de $3000 \Omega \cdot m$, cuyo valor es superior a 16 tipos de terreno de los 18 normalizados en la Tabla 61 obtenida del REBT.

| Naturaleza terreno | Resistividad en Ohm.m |
|--|--------------------------|
| Terrenos pantanosos | de algunas unidades a 30 |
| Limo | 20 a 100 |
| Humus | 10 a 150 |
| Turba húmeda | 5 a 100 |
| Arcilla plástica | 50 |
| Margas y Arcillas compactas | 100 a 200 |
| Margas del Jurásico | 30 a 40 |
| Arena arcillosas | 50 a 500 |
| Arena silícea | 200 a 3.000 |
| Suelo pedregoso cubierto de césped | 300 a 5.00 |
| Suelo pedregoso desnudo | 1500 a 3.000 |
| Calizas blandas | 100 a 300 |
| Calizas compactas | 1.000 a 5.000 |
| Calizas agrietadas | 500 a 1.000 |
| Pizarras | 50 a 300 |
| Roca de mica y cuarzo | 800 |
| Granitos y gres procedente de alteración | 1.500 a 10.000 |
| Granito y gres muy alterado | 100 a 600 |

Tabla 61. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

El número de picas se podrá determinar con exactitud y aumentar y disminuir "in situ" en función de la medida real de la resistencia de puesta a tierra en el lugar de ubicación de cada edificio.

2. CÁLCULO DE PROTECCIONES

Se dotará a la instalación de todo un sistema de protección frente a sobreintensidades mediante interruptores magnetotérmicos, y contactos directos e indirectos mediante interruptores diferenciales. Asimismo, se dispondrá de un sistema de fusibles tipo Gg (uno por cada rama).

Continua

Debe instalarse un fusible por cada string a la entrada de cada caja de concentración de strings y un fusible a la entrada del inversor por cada conductor que conecte la caja de concentración de strings y éste.

Contactos directos e indirectos:

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de Protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, 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:

- El aislamiento es de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión. Éstas últimas, contarán además con llave y estarán dotadas de señales de peligro eléctrico.
- 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.

$$I_{\text{DISEÑO DE LA LÍNEA}} \leq I_{\text{ASIGNADA A DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN}} \leq I_{\text{ADMISIBLE DE LA LÍNEA}}$$

Además, para fusibles gG normalizados, debe cumplirse que:

$$1,6 \cdot I_{\text{ASIGNADA A DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN}} \leq 1,45 \cdot I_{\text{ADMISIBLE DE LA LÍNEA}}$$

Por seguridad se tomará un valor para los cálculos un 125% de la máxima intensidad del generador, que corresponde con la ISC (Intensidad de cortocircuito). Los cables deberán tener una sección, tal que, la intensidad máxima admisible del mismo sea superior a la designada arriba.

Alterna

Se protegerá el cableado que conecta el inversor con el centro de transformación en ambos extremos con un interruptor automático.

Las protecciones establecidas para la parte de alterna de todos los inversores son las siguientes:

Cortocircuitos y sobrecargas:

La salida de cada inversor estará protegida a través de un interruptor automático individual a los cuyos calibres serán de:

$$I_{\text{DISEÑO DE LA LÍNEA}} \leq I_{\text{ASIGNADA A DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN}} \leq I_{\text{ADMISIBLE DE LA LÍNEA}}$$

$$1,6 \cdot I_{ASIGNADA A DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN} \leq 1,45 \cdot I_{ADMISIBLE DE LA LÍNEA}$$

Fallos a tierra:

La instalación contará con diferenciales de 300 mA de sensibilidad en la parte CA, para proteger de derivaciones en todos los circuitos. La intensidad nominal de este dispositivo, deberá ser mayor que la intensidad de diseño del sistema y menor que la de corte del magnetotérmico.

Protección de la calidad del suministro:

Así la instalación contará con:

Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Los valores de actuación para máxima y mínima frecuencia, máxima y mínima tensión serán de 61 Hz, 59 Hz, $1,1 \times U_m$ y $0,85 \times U_m$, respectivamente.

El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora. Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste.

Éste sería el caso que nos ocupa, ya que el inversor tiene estas protecciones incluidas. Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente. El estado del contactor («on/off»), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado. Al no disponer el inversor seleccionado de interruptor on/off, esta labor la realizará el magnetotérmico accesible de la instalación, que se instalará junto a los inversores.

En caso de que se utilicen protecciones para las interconexiones de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión incluidas en el inversor, el fabricante del mismo deberá certificar:

1. Los valores de tara de tensión.
2. Los valores de tara de frecuencia.
3. El tipo y características del equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).
4. Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites de establecidos de tensión y frecuencia.

Mientras que, las instrucciones técnicas por las que se establece el procedimiento para realizar las mencionadas pruebas no contemplan las pruebas en estos equipos, se aceptarán a todos los efectos los procedimientos establecidos y los certificados realizados por los propios fabricantes de los equipos.

En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de «software» de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por

certificaciones del fabricante del inversor, en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

Funcionamiento en isla: el interruptor automático de la interconexión impide este funcionamiento, peligroso para el personal de la CED.

3. CÁLCULOS LÍNEA COLECTORA (30kV)

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable
2. Caída de tensión de tensión
3. Capacidad de transporte
4. Pérdidas de potencia.

3.1. Características eléctricas del conductor

A continuación, se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura θ de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} * (1 + \alpha * (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

θ = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90°C .

Para los conductores normalizados en el presente proyecto las resistencias serán:

| Sección | Resistencia a 90°C (Ω/Km) |
|------------------------|---|
| Al 95 mm ² | 0,41 |
| Al 150 mm ² | 0,264 |
| Al 240 mm ² | 0,16 |
| Al 400 mm ² | 0,0997 |
| Al 630 mm ² | 0,067 |

Tabla 62 Resistencias a 90°C

Reactancia eléctrica

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición las tres fases por un mismo tubo y dispuestos en triángulo son:

| Sección | Reactancia a 90°C (Ω/Km) ² |
|------------------------|---|
| Al 95 mm ² | 0,132 |
| Al 150 mm ² | 0,123 |
| Al 240 mm ² | 0,106 |
| Al 400 mm ² | 0,106 |
| Al 630 mm ² | 0,092 |

Tabla 63 Reactancias a 90°C

3.2. Intensidades máximas admisibles.

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará 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 en seco | Servicio permanente θ_{cc} | Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$) |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| Polietileno reticulado XLPE | 90 °C | 250°C |

Tabla 64 Temperaturas en servicio permanente y en cortocircuito

Intensidad máxima admisible en servicio permisible

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados y bajo tubo podrán admitir una intensidad permanente según se muestra en la tabla proporcionada por el fabricante:

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con XLPE (Votalene) sin armadura.

| Sección nominal mm ² | Tensión nominal | | | | | |
|---------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | (Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV | | | | | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| | Conductores de Cu | | | | | |
| 10 | - | - | - | - | - | - |
| 16 | 115 | 105 | 100 | 91 | 98 | 90 |
| 25 | 155 | 140 | 130 | 120 | 125 | 115 |
| 35 | 185 | 170 | 155 | 145 | 150 | 140 |
| 50 | 220 | 205 | 180 | 170 | 175 | 160 |
| 70 | 275 | 255 | 225 | 205 | 220 | 200 |
| 95 | 335 | 305 | 265 | 245 | 260 | 235 |
| 120 | 385 | 345 | 300 | 280 | 290 | 265 |
| 150 | 435 | 395 | 340 | 315 | 325 | 300 |
| 185 | 500 | 445 | 380 | 355 | 370 | 335 |
| 240 | 590 | 525 | 440 | 415 | 425 | 395 |
| 300 | 680 | 600 | 490 | 460 | 475 | 445 |
| 400 | 790 | - | 560 | 520 | - | - |
| 500 | 930 | - | 635 | 605 | - | - |
| 630 | 1095 | - | 715 | 675 | - | - |
| | Conductores de Al | | | | | |
| 16 | 92 | 80 | 78 | 74 | 76 | 70 |
| 25 | 120 | 110 | 100 | 94 | 95 | 90 |
| 35 | 145 | 130 | 120 | 110 | 115 | 105 |
| 50 | 170 | 155 | 140 | 130 | 135 | 125 |
| 70 | 210 | 195 | 170 | 160 | 165 | 155 |
| 95 | 255 | 235 | 205 | 190 | 200 | 180 |
| 120 | 295 | 270 | 235 | 215 | 225 | 205 |
| 150 | 335 | 305 | 260 | 245 | 255 | 230 |
| 185 | 385 | 345 | 295 | 280 | 285 | 260 |
| 240 | 455 | 405 | 345 | 320 | 330 | 305 |
| 300 | 520 | 465 | 390 | 365 | 375 | 345 |
| 400 | 610 | - | 445 | 415 | - | - |
| 500 | 715 | - | 505 | 480 | - | - |
| 630 | 830 | - | 575 | 545 | - | - |

Tabla 65 Intensidades máximas admisibles en servicio permisible

El sistema colector de esta planta se compone de 4 circuitos de 30kV, que se encargan de conectar los centros de transformación entre sí. El conductor empleado será el mismo en los cuatro circuitos, con la siguiente denominación:

RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x(3x95mm²) k Al

Según la tabla anterior, un conductor de aluminio de 95 mm² directamente enterrado de sección le corresponde una intensidad máxima admisible $I_{máxadm} = 205$ A.

Salvo algún tramo puntal que ha sido necesaria la implantación de un conductor de mayor sección para evitar grandes valores de caídas de tensión. Para estos tramos el conductor empleado será:

RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x(3x150mm²) k Al

Según la tabla anterior, un conductor de aluminio de 150 mm² directamente enterrado de sección le corresponde una intensidad máxima admisible $I_{máxadm} = 260$ A.

A este valor se le aplicarán los coeficientes de corrección correspondientes en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2 de la ITC-LAT-06.

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

Temperatura del terreno (Fct)

Para una Temperatura de servicio Permanente de 90º y una temperatura del terreno de 30º el factor de corrección referente a la temperatura del terreno según la tabla 07 de la ITC-LAT 06 es de **0,96**.

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

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

Tabla 66 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

Resistividad térmica del terreno (Fct)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 08 ITC-LAT 06.

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

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

Tabla 67 Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Suponiendo que en la zona por la que concurre nuestra línea, en este caso Sevilla, es de 1,5 K.m/W, el coeficiente de corrección referente a la resistividad térmica del terreno de la tabla 08 ITC-LAT 06 para cables bajo tubo es de **1,00**.

Corrección por distancias entre ternos o cables tripolares (Fdis)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT 6.

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

Tabla 68 Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

En algunos de los tramos de la línea colectora, irán hasta 2 circuitos. En esos tramos, la distancia de separación entre las distintas ternas será de 0,40 metros, por lo que el factor Fdis a aplicar en esos tramos será de **0,86**.

Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT 6.

La profundidad de la instalación será de 1 m, por lo que se aplica un factor de corrección de **1,00**.

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

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

Tabla 69 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m
Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I * Fct * Fcrt * Fids * Fcp$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

Fct = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

Fcrt = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

Fca = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

Fdis = Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares,

Fcp = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

La intensidad máxima admisible en cada uno de los circuitos de los que se compone la línea colectora será la siguiente:

Esta es la intensidad máxima admisible del cable, es decir, la intensidad máxima que es capaz de soportar el cable con los distintos factores de corrección, no obstante, en el apartado 17.3.3 se justificará con la intensidad real que circula por la línea contemplando todas las cargas existentes en el anillo del que forma parte.

3.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible.

En primer lugar, el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Con carácter general, se fija el valor de la intensidad asignada de corta duración (1 s) en 16 kA para la red de Media Tensión.

Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito por ser más desfavorable, se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Dónde:

Icc3 = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

Sc = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,

En cualquier caso, el valor de la Intensidad de Cortocircuito (Icc), en el punto del tramo objeto, deberá ser confirmado por REE.

3.4. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito, dato que deberá ser proporcionado por REE.

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión, según norma UNE 21192:1992:

$$I = \varepsilon * I_{AD}$$

Donde:

- I: es la intensidad de cortocircuito admisible.
- IAD: es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática.
- ε : es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes. En régimen adiabático $\varepsilon = 1$.

Intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático, se presenta bajo la siguiente forma general:

$$I_{AD}^2 * t = K^2 * S^2 * \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{AD} es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A).
- t: es la duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 1 s.
- K: es la constante que depende del material del componente conductor de corriente.

o Para el aluminio se utilizará un valor de 148 As-1/2/mm².

o Para el cobre se utilizará un valor de 226 As-1/2/mm².

- S: es la sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre.
- θ_f : es la temperatura final (°C). En el conductor se utilizarán 250 °C y en la pantalla se utilizarán 210°C.
- θ_i : es la temperatura inicial (°C). En el conductor se utilizarán 90 °C y en la pantalla se utilizarán 80°C.
- β : es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a °C (K);

o Para el aluminio se utilizará un valor de 228 °C (K).

o Para el cobre se utilizará un valor de 234,5 °C (K).

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en las pantallas del cable

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

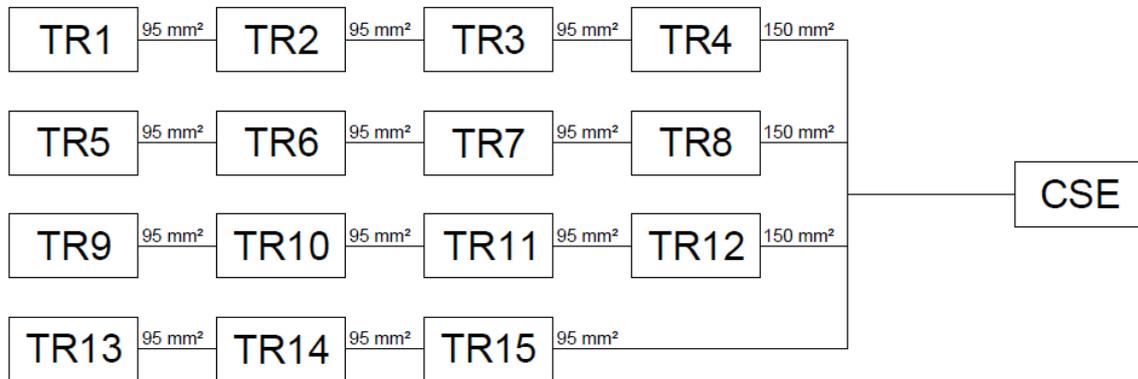
No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

Para el conductor 1x95 mm² Al RH5Z1 18/30 kV, la pantalla metálica tendrá una sección de 16 mm² y está compuesta por hilos de aluminio.

Para el conductor 1x150 mm² Al RH5Z1 18/30 kV, la pantalla metálica tendrá una sección de 16 mm² y está compuesta por hilos de aluminio.

3.5. Intensidades circulantes por la línea.

La planta consta de un total de 15 centros de transformación, cada uno de ellos de 2MW de potencia nominal. Debido a la disposición física de estos en el interior de la planta, se han agrupado en 4 circuitos distintos, que conectarán las celdas de los distintos centros de transformación con la subestación elevadora tal y como se indica en el siguiente esquema:



Las intensidades previstas máximas para cada uno de los circuitos será la siguiente:

Circuitos 1, 2 y 3: $I_{prevista} = \frac{8 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 162,06A$

Circuito 4: $I_{prevista} = \frac{6 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 121,55 A$

3.6. Potencia a transportar.

En el presente proyecto la potencia máxima a transportar será la potencia generada por la planta fotovoltaica “LEÓN”, que como máximo será de 30 MW.

La potencia a transportar por el cable deberá ser inferior en todo momento a la potencia máxima admisible, según la intensidad máxima admisible del cable, que en este caso es de:

3.7. Caídas de tensión.

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

La caída de tensión se calculará como:

$$\Delta U = L * I * \sqrt{3} * [(R_{50} * \cos\varphi) + (X * \sin\varphi)]V$$

Dónde:

L = Longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km

X = Reactancia de la línea, en Ω/km .

$\cos \varphi$ = Coseno de φ de la instalación, admi.

$\sin \varphi$ = Seno de φ de la instalación, admi.

Para nuestro caso tenemos:

L = Longitud, en km

I_{máxcabecera} = Intensidad máxima de la instalación, en A

| Sección | Reactancia a 90°C (Ω/Km) ² | I _{max} (enterrado) |
|------------------------|---|------------------------------|
| Al 95 mm ² | 0,153 | 227 |
| Al 150 mm ² | 0,140 | 291 |
| Al 240 mm ² | 0,125 | 385 |
| Al 400 mm ² | 0,078 | 501 |
| Al 500 mm ² | 0,061 | 575 |

Tabla 70 Reactancia del cable a 90°C en función de su sección

3.8. Pérdidas de potencia.

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 * R * L * I^2$$

Dónde:

ΔP = Pérdida de potencia, en W,

L = Longitud de la línea, en km,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

I = Intensidad de la línea, en A.

3.9. Resultados de cálculo línea colectora

Se muestra a continuación el resumen de los cálculos de caída de tensión, intensidades admisibles y pérdidas de potencia en cada uno de los tramos de la instalación colectora de la planta, resultantes de aplicar las fórmulas anteriormente expuestas:

| Circuito 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|--------|----------------|-----------------|----------------|---------------|------------------------|-------|-------|----------------|----------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| Sub circuito | DE | A | U (kV) | Pot. Acum (kW) | Long Cable (km) | Ternas. Zanjas | Factor ternas | Sección | R | X | Intensidad max | Intensidad (A) | ΔV Parcial (V) | ΔV Acum (V) | ΔV Acum (%) | Pot Pérdidas Parcial (kW) | Pot Pérdidas Acum (kW) | Pot Pérdidas Acum (%) |
| 1 | TR1 | TR2 | 30 | 2000 | 0,359 | 1 | 1 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 196,8 A | 40,52 | 10,85 | 10,85 | 0,04 | 0,72 | 0,72 | 0,009 |
| 1 | TR2 | TR3 | 30 | 4000 | 0,205 | 1 | 1 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 196,8 A | 81,03 | 12,39 | 23,24 | 0,08 | 1,66 | 2,38 | 0,030 |
| 1 | TR3 | TR4 | 30 | 6000 | 0,247 | 1 | 1 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 196,8 A | 121,55 | 22,40 | 45,64 | 0,15 | 4,49 | 6,87 | 0,086 |
| 1 | TR4 | CSE | 30 | 8000 | 0,776 | 2 | 0,75 | Al 150 mm ² | 0,264 | 0,123 | 187,2 A | 162,06 | 63,00 | 108,64 | 0,36 | 16,14 | 23,01 | 0,288 |
| Caída de tensión máxima (%) | | | | | | | | | | | | | | | 0,36 | | | |
| Pérdidas de potencia línea | | | | | | | | | | | | | | | | | 23,01 | 0,29% |
| Pérdidas totales respecto al parque | | | | | | | | | | | | | | | | | 23,01 | 0,08% |

Tabla 71 Resultados circuito 1 colectora

| Circuito 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|--------|----------------|-----------------|----------------|---------------|------------------------|-------|-------|----------------|----------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| Sub circuito | DE | A | U (kV) | Pot. Acum (kW) | Long Cable (km) | Ternas. Zanjas | Factor ternas | Sección | R | X | Intensidad max | Intensidad (A) | ΔV Parcial (V) | ΔV Acum (V) | ΔV Acum (%) | Pot Pérdidas Parcial (kW) | Pot Pérdidas Acum (kW) | Pot Pérdidas Acum (%) |
| 1 | TR5 | TR6 | 30 | 2000 | 0,743 | 2 | 0,86 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 169,25 A | 40,52 | 22,46 | 22,46 | 0,07 | 1,50 | 1,50 | 0,019 |
| 1 | TR6 | TR7 | 30 | 4000 | 0,487 | 2 | 0,78 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 153,5 A | 81,03 | 29,44 | 51,90 | 0,17 | 3,93 | 5,43 | 0,068 |
| 1 | TR7 | TR8 | 30 | 6000 | 0,056 | 2 | 0,75 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 147,6 A | 121,55 | 5,08 | 56,98 | 0,19 | 1,02 | 6,45 | 0,081 |
| 1 | TR8 | CSE | 30 | 8000 | 0,115 | 2 | 0,75 | Al 150 mm ² | 0,264 | 0,123 | 187,2 A | 162,06 | 9,34 | 66,31 | 0,22 | 2,39 | 8,84 | 0,111 |
| Caída de tensión máxima (%) | | | | | | | | | | | | | | | 0,22 | | | |
| Pérdidas de potencia línea | | | | | | | | | | | | | | | | | 8,84 | 0,11% |
| Pérdidas totales respecto al parque | | | | | | | | | | | | | | | | | 8,84 | 0,03% |

Tabla 72 Resultados circuito 2 colectora

| Circuito 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| Sub circuito | DE | A | U (kV) | Pot. Acum (kW) | Long Cable (km) | Ternas. Zanjas | Factor ternas | Sección | R | X | Intensidad max | Intensidad (A) | ΔV Parcial (V) | ΔV Acum (V) | ΔV Acum (%) | Pot Perdidas Parcial (kW) | Pot Perdidas Acum(kW) | Pot Perdidas Acum(%) |
|-------------------------------------|------|------|--------|----------------|-----------------|----------------|---------------|------------------------|-------|-------|----------------|----------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | TR9 | TR10 | 30 | 2000 | 0,466 | 1 | 1 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 196,8 A | 40,52 | 14,09 | 14,09 | 0,05 | 0,94 | 0,94 | 0,012 |
| 1 | TR10 | TR11 | 30 | 4000 | 0,265 | 1 | 1 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 196,8 A | 81,03 | 16,02 | 30,10 | 0,10 | 2,14 | 3,08 | 0,039 |
| 1 | TR11 | TR12 | 30 | 6000 | 0,402 | 2 | 0,78 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 153,5 A | 121,55 | 36,45 | 66,56 | 0,22 | 7,31 | 10,39 | 0,130 |
| 1 | TR12 | CSE | 30 | 8000 | 0,012 | 2 | 0,75 | Al 150 mm ² | 0,264 | 0,123 | 187,2 A | 162,06 | 0,97 | 67,53 | 0,23 | 0,25 | 10,64 | 0,133 |
| Caída de tensión máxima (%) | | | | | | | | | | | | | | | 0,23 | | | |
| Perdidas de potencia línea | | | | | | | | | | | | | | | | | 10,64 | 0,13% |
| Pérdidas totales respecto al parque | | | | | | | | | | | | | | | | | 10,64 | 0,04% |

Tabla 73 Resultados circuito 3 colectora

| Circuito 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|--------|----------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------------|------|-------|----------------|----------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| Sub circuito | DE | A | U (kV) | Pot. Acum (kW) | Long Cable (km) | Ternas. Zanjas | Factor ternas | Sección | R | X | Intensidad max | Intensidad (A) | ΔV Parcial (V) | ΔV Acum (V) | ΔV Acum (%) | Pot Perdidas Parcial (kW) | Pot Perdidas Acum(kW) | Pot Perdidas Acum(%) |
| 1 | TR13 | TR14 | 30 | 2000 | 0,368 | 1 | 1 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 196,8 A | 40,52 | 11,12 | 11,12 | 0,04 | 0,74 | 0,74 | 0,009 |
| 1 | TR14 | TR15 | 30 | 4000 | 0,404 | 1 | 1 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 196,8 A | 81,03 | 24,42 | 35,55 | 0,12 | 3,26 | 4,01 | 0,050 |
| 1 | TR15 | CSE | 30 | 6000 | 0,787 | 2 | 0,75 | Al 95 mm ² | 0,41 | 0,132 | 147,6 A | 121,55 | 71,36 | 106,91 | 0,36 | 14,30 | 18,31 | 0,229 |
| Caída de tensión máxima (%) | | | | | | | | | | | | | | | 0,36 | | | |
| Perdidas de potencia línea | | | | | | | | | | | | | | | | | 18,31 | 0,46% |
| Pérdidas totales respecto al parque | | | | | | | | | | | | | | | | | 18,31 | 0,06% |

Tabla 74 Resultados circuito 4 colectora

4. CÁLCULOS LÍNEA EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA (30kV)

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable
2. Caída de tensión de tensión
3. Capacidad de transporte
4. Pérdidas de potencia.

4.1. Características eléctricas del conductor

A continuación, se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura θ de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} * (1 + \alpha * (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

θ = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90° C.

Para los conductores normalizados en el presente proyecto las resistencias serán:

| Sección | Resistencia a 90°C (Ω/Km) |
|------------------------|---------------------------|
| Al 95 mm ² | 0,4163 |
| Al 150 mm ² | 0,2680 |
| Al 240 mm ² | 0,1626 |
| Al 400 mm ² | 0,1012 |
| Al 500 mm ² | 0,0787 |

Tabla 75 Resistencias a 90° C

Reactancia eléctrica

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición las tres fases por un mismo tubo y dispuestos en triángulo son:

| Sección | Reactancia a 90°C (Ω/Km) ² |
|------------------------|---------------------------------------|
| Al 95 mm ² | 0,153 |
| Al 150 mm ² | 0,140 |
| Al 240 mm ² | 0,125 |
| Al 400 mm ² | 0,078 |
| Al 500 mm ² | 0,061 |

Tabla 76 Reactancias a 90° C

4.2. Intensidades máximas admisibles.

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará 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 en seco | Servicio permanente θ_{cc} | Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$) |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| Polietileno reticulado XLPE | 90°C | 250°C |

Tabla 77 Temperaturas en servicio permanente y en cortocircuito

Intensidad máxima admisible en servicio permisible

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados y bajo tubo podrán admitir una intensidad permanente según se muestra en la tabla proporcionada por el fabricante:

| 1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm ²) | Intensidad máxima admisible enterrado* (A) | Intensidad máxima admisible al aire** (A) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Reactancia inductiva (Ω/km) | Capacidad (μF/km) |
|---|--|---|--|-----------------------------|-------------------|
| 36/66 kV | | | | | |
| 1x35/25 | 130 | 134 | 0,868 | 0,179 | 0,100 |
| 1x50/25 | 154 | 160 | 0,641 | 0,170 | 0,107 |
| 1x70/25 | 190 | 200 | 0,443 | 0,159 | 0,117 |
| 1x95/25 | 227 | 241 | 0,32 | 0,153 | 0,127 |
| 1x120/25 | 259 | 278 | 0,253 | 0,146 | 0,138 |
| 1x150/25 | 291 | 316 | 0,206 | 0,140 | 0,150 |
| 1x185/25 | 330 | 363 | 0,164 | 0,134 | 0,164 |
| 1x240/25 | 385 | 430 | 0,125 | 0,125 | 0,192 |
| 1x300/25 | 437 | 494 | 0,1 | 0,119 | 0,219 |
| 1x400/25 | 501 | 575 | 0,0778 | 0,115 | 0,244 |
| 1x500/25 | 575 | 673 | 0,0605 | 0,109 | 0,278 |
| 1x630/25 | 659 | 788 | 0,0469 | 0,105 | 0,308 |
| 1x800/25 | 746 | 911 | 0,0367 | 0,100 | 0,351 |
| 1x1000/25 | 835 | 1040 | 0,0291 | 0,097 | 0,386 |

*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

**Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

Tabla 78 Intensidades máximas admisibles en servicio permisible

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1,5 K·m/W.

En el presente proyecto el circuito se compondrá de tres conductores unipolares de aluminio homogéneo de tensión nominal de 66 kV, cuya denominación es:

XLPE 18/30 kV 2x(3x630mm²) k Al

Según la tabla anterior, dos conductores de aluminio de 630 mm² directamente enterrado de sección le corresponde una intensidad máxima admisible $I_{máxadm} = 575$ A.

A este valor se le aplicarán los coeficientes de corrección correspondientes en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2 de la ITC-LAT-06.

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

Temperatura del terreno (Fct)

Para una Temperatura de servicio Permanente de 90º y una temperatura del terreno de 30º el factor de corrección referente a la temperatura del terreno según la tabla 07 de la ITC-LAT 06 es de **0,96**.

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

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

Tabla 79 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25ºC

Resistividad térmica del terreno (Fct)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 08 ITC-LAT 06.

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

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

Tabla 80 Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Suponiendo que en la zona por la que concurre nuestra línea, en este caso Sevilla, es de 1,5 K.m/W, el coeficiente de corrección referente a la resistividad térmica del terreno de la tabla 08 ITC-LAT 06 para cables bajo tubo es de **1,00**.

Corrección por distancias entre ternos o cables tripolares (Fdis)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT 6.

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

Tabla 81 Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares
Como por nuestra zanja solo discurre una terna este factor no aplica.

Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT 6.

La profundidad de la instalación será de 1 m, por lo que se aplica un factor de corrección de **1,00**.

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

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

Tabla 82 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m
Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I * Fct * Fcrt * Fids * Fcp$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

Fct = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

Fcrt = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

Fca = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

Fdis = Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares,

Fcp = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad máxima admisible permanente en cada conductor será:

$$I_{máxadm} = 2 \text{ conductores} * 575 * 0,96 * 1,00 * 0,86 * 1,00 = 949,99 \text{ A}$$

Esta es la intensidad máxima admisible del cable, es decir, la intensidad máxima que es capaz de soportar el cable con los distintos factores de corrección, no obstante, en el apartado 17.3.3 se justificará con la intensidad real que circula por la línea contemplando todas las cargas existentes en el anillo del que forma parte.

4.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible.

En primer lugar, el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Con carácter general, se fija el valor de la intensidad asignada de corta duración (1 s) en 16 kA para la red de Media Tensión.

Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito por ser más desfavorable, se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Dónde:

I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,

En cualquier caso, el valor de la Intensidad de Cortocircuito (I_{cc}), en el punto del tramo objeto, deberá ser confirmado por REE.

4.4. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito, dato que deberá ser proporcionado por REE.

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión, según norma UNE 21192:1992:

$$I = \varepsilon * I_{AD}$$

Donde:

- I: es la intensidad de cortocircuito admisible.

- I_{AD}: es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática.

- ε: es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes.

En régimen adiabático ε = 1.

Intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático, se presenta bajo la siguiente forma general:

$$I_{AD}^2 * t = K^2 * S^2 * \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{AD} es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A).
- t: es la duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 1 s.
- K: es la constante que depende del material del componente conductor de corriente.

- o Para el aluminio se utilizará un valor de $148 \text{ As-}1/2/\text{mm}^2$.
- o Para el cobre se utilizará un valor de $226 \text{ As-}1/2/\text{mm}^2$.

- S: es la sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre.
- θ_f : es la temperatura final ($^{\circ}\text{C}$). En el conductor se utilizarán 250°C y en la pantalla se utilizarán 210°C .
- θ_i : es la temperatura inicial ($^{\circ}\text{C}$). En el conductor se utilizarán 90°C y en la pantalla se utilizarán 80°C .
- β : es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a $^{\circ}\text{C}$ (K);

- o Para el aluminio se utilizará un valor de 228°C (K).
- o Para el cobre se utilizará un valor de $234,5^{\circ}\text{C}$ (K).

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en las pantallas del cable

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

Para el conductor $1 \times 400 \text{ mm}^2$ Al RH5Z1 66 kV, la pantalla metálica tendrá una sección de 16 mm^2 y está compuesta por hilos de cobre.

4.5. Intensidades circulantes por la línea.

La intensidad máxima que transporta la línea será la aportada por la totalidad de la energía generada por la planta fotovoltaica, siendo la siguiente:

$$I_{\text{máxcabecera}} = \frac{30 * 10^6}{\sqrt{3} * 30 * 10^3 * 0,95} = 607,74 \text{ A}$$

Siendo:

$I_{\text{máxcabecera}}$ = Intensidad máxima dada en cabecera de subestación, en A.

4.6. Potencia a transportar.

En el presente proyecto la potencia máxima a transportar será la potencia generada por la planta fotovoltaica "LEÓN", que como máximo será de 30 MW.

La potencia a transportar por el cable deberá ser inferior en todo momento a la potencia máxima admisible, según la intensidad máxima admisible del cable, que en este caso es de:

| Tensión (kV) | I máxadm | Cos ϕ | Padm (MW) | \geq | Ptot real (MW) | Condición |
|--------------|----------|------------|-----------|--------|----------------|-----------|
| 30 | 949,99 | 0,95 | 56,77 | | 30 | CUMPLE |

Tabla 83 Potencia a transportar de la instalación

4.7. Caídas de tensión.

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

La caída de tensión se calculará como:

$$\Delta U = L * I * \sqrt{3} * [(R_{50} * \cos\varphi) + (X * \sin\varphi)]V$$

Dónde:

L = Longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω /km

X = Reactancia de la línea, en Ω /km.

cos φ = Coseno de φ de la instalación, admi.

sin φ = Seno de φ de la instalación, admi.

Para nuestro caso tenemos:

L = Longitud, en km

Imáxcabecera = Intensidad máxima de la instalación, en A

| Sección | Reactancia a 90°C (Ω /Km) ² | I _{max} (enterrado) |
|------------------------|--|------------------------------|
| Al 95 mm ² | 0,153 | 227 |
| Al 150 mm ² | 0,140 | 291 |
| Al 240 mm ² | 0,125 | 385 |
| Al 400 mm ² | 0,078 | 501 |
| Al 500 mm ² | 0,061 | 575 |

Tabla 84 Reactancia del cable a 90°C en función de su sección

Considerando un factor de potencia de 0,95 obtenemos una caída de tensión:

$$\Delta U = 1421,15 V$$

Donde la caída de tensión porcentual es de:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U (V)}{U(V)} = \frac{1421,15 V}{30.000 V} * 100 = 4,74\%$$

Obteniendo una caída de tensión, inferior al 5% de la tensión de servicio de la línea.

4.8. Pérdidas de potencia.

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 * R * L * I^2$$

Dónde:

ΔP = Pérdida de potencia, en W,

L = Longitud de la línea, en km,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

I = Intensidad de la línea, en A.

Sustituyendo valores tenemos, para nuestro tramo:

$$\Delta P = 739,55 kW$$

5. CÁLCULOS LÍNEA EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA (66kV)

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable
2. Caída de tensión de tensión
3. Capacidad de transporte
4. Pérdidas de potencia.

5.1. Características eléctricas del conductor

A continuación, se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura θ de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} * (1 + \alpha * (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

θ = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90° C.

Para los conductores normalizados en el presente proyecto las resistencias serán:

| Sección | Resistencia a 90°C (Ω/Km) |
|------------------------|---------------------------|
| Al 95 mm ² | 0,4163 |
| Al 150 mm ² | 0,2680 |
| Al 240 mm ² | 0,1626 |
| Al 400 mm ² | 0,1012 |
| Al 500 mm ² | 0,0787 |

Tabla 85 Resistencias a 90° C

Reactancia eléctrica

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición las tres fases por un mismo tubo y dispuestos en triángulo son:

| Sección | Reactancia a 90°C (Ω/Km) ² |
|------------------------|---------------------------------------|
| Al 95 mm ² | 0,153 |
| Al 150 mm ² | 0,140 |
| Al 240 mm ² | 0,125 |
| Al 400 mm ² | 0,078 |
| Al 500 mm ² | 0,061 |

Tabla 86 Reactancias a 90° C

5.2. Intensidades máximas admisibles.

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará 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 en seco | Servicio permanente θ_{cc} | Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$) |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| Polietileno reticulado XLPE | 90 °C | 250°C |

Tabla 87 Temperaturas en servicio permanente y en cortocircuito

Intensidad máxima admisible en servicio permisible

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados y bajo tubo podrán admitir una intensidad permanente según se muestra en la tabla proporcionada por el fabricante:

| 1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm ²) | Intensidad máxima admisible enterrado* (A) | Intensidad máxima admisible al aire** (A) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Reactancia inductiva (Ω/km) | Capacidad (μF/km) |
|---|--|---|--|-----------------------------|-------------------|
| 36/66 kV | | | | | |
| 1x35/25 | 130 | 134 | 0,868 | 0,179 | 0,100 |
| 1x50/25 | 154 | 160 | 0,641 | 0,170 | 0,107 |
| 1x70/25 | 190 | 200 | 0,443 | 0,159 | 0,117 |
| 1x95/25 | 227 | 241 | 0,32 | 0,153 | 0,127 |
| 1x120/25 | 259 | 278 | 0,253 | 0,146 | 0,138 |
| 1x150/25 | 291 | 316 | 0,206 | 0,140 | 0,150 |
| 1x185/25 | 330 | 363 | 0,164 | 0,134 | 0,164 |
| 1x240/25 | 385 | 430 | 0,125 | 0,125 | 0,192 |
| 1x300/25 | 437 | 494 | 0,1 | 0,119 | 0,219 |
| 1x400/25 | 501 | 575 | 0,0778 | 0,115 | 0,244 |
| 1x500/25 | 575 | 673 | 0,0605 | 0,109 | 0,278 |
| 1x630/25 | 659 | 788 | 0,0469 | 0,105 | 0,308 |
| 1x800/25 | 746 | 911 | 0,0367 | 0,100 | 0,351 |
| 1x1000/25 | 835 | 1040 | 0,0291 | 0,097 | 0,386 |

*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

**Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

Tabla 88 Intensidades máximas admisibles en servicio permisible

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1,5 K·m/W.

En el presente proyecto el circuito se compondrá de tres conductores unipolares de aluminio homogéneo de tensión nominal de 66 kV, cuya denominación es:

RH5Z1 (S) 66 kV 1x(3x400mm²) k Al

Según la tabla anterior, un conductor de aluminio de 400 mm² directamente enterrado de sección le corresponde una intensidad máxima admisible $I_{máxadm} = 445$ A.

A este valor se le aplicarán los coeficientes de corrección correspondientes en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2 de la ITC-LAT-06.

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

Temperatura del terreno (Fct)

Para una Temperatura de servicio Permanente de 90º y una temperatura del terreno de 30º el factor de corrección referente a la temperatura del terreno según la tabla 07 de la ITC-LAT 06 es de **0,96**.

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

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

Tabla 89 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25ºC

Resistividad térmica del terreno (Fcr)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 08 ITC-LAT 06.

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

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

Tabla 90 Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Suponiendo que en la zona por la que concurre nuestra línea, en este caso Sevilla, es de 1,5 K.m/W, el coeficiente de corrección referente a la resistividad térmica del terreno de la tabla 08 ITC-LAT 06 para cables bajo tubo es de **1,00**.

Corrección por distancias entre ternos o cables tripolares (Fdis)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT 6.

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

Tabla 91 Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares
Como por nuestra zanja discurre otro circuito para la evacuación de la Planta Fotovoltaica San Judas Tadeo a una distancia de 0,4 m por lo que el factor de corrección será de **0,86**.

Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT 6.

La profundidad de la instalación será de 1 m, por lo que se aplica un factor de corrección de **1,00**.

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

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

Tabla 92 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m
Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I * Fct * Fcrt * Fids * Fcp$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

Fct = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

Fcrt = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

Fca = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

Fdis = Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares,

Fcp = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad máxima admisible permanente en cada conductor será:

$$I_{máxadm} = 445 * 0,96 * 1,00 * 0,86 * 1,00 = 367,39 A$$

Esta es la intensidad máxima admisible del cable, es decir, la intensidad máxima que es capaz de soportar el cable con los distintos factores de corrección, no obstante, en el apartado 17.3.3 se justificará con la intensidad real que circula por la línea contemplando todas las cargas existentes en el anillo del que forma parte.

5.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible.

En primer lugar, el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Con carácter general, se fija el valor de la intensidad asignada de corta duración (1 s) en 16 kA para la red de Media Tensión.

Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito por ser más desfavorable, se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Dónde:

I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,

En cualquier caso, el valor de la Intensidad de Cortocircuito (I_{cc}), en el punto del tramo objeto, deberá ser confirmado por REE.

5.4. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito, dato que deberá ser proporcionado por REE.

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión, según norma UNE 21192:1992:

$$I = \varepsilon * I_{AD}$$

Donde:

- I: es la intensidad de cortocircuito admisible.

- I_{AD}: es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática.

- ε: es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes.

En régimen adiabático ε = 1.

Intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático, se presenta bajo la siguiente forma general:

$$I_{AD}^2 * t = K^2 * S^2 * \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{AD} es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A).

- t: es la duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 1 s.

- K: es la constante que depende del material del componente conductor de corriente.

o Para el aluminio se utilizará un valor de $148 \text{ As-}1/2/\text{mm}^2$.

o Para el cobre se utilizará un valor de $226 \text{ As-}1/2/\text{mm}^2$.

- S: es la sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre.

- θ_f : es la temperatura final ($^{\circ}\text{C}$). En el conductor se utilizarán 250°C y en la pantalla se utilizarán 210°C .

- θ_i : es la temperatura inicial ($^{\circ}\text{C}$). En el conductor se utilizarán 90°C y en la pantalla se utilizarán 80°C .

- β : es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a $^{\circ}\text{C}$ (K);

o Para el aluminio se utilizará un valor de 228°C (K).

o Para el cobre se utilizará un valor de $234,5^{\circ}\text{C}$ (K).

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en las pantallas del cable

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

Para el conductor $1 \times 400 \text{ mm}^2$ Al RH5Z1 66 kV, la pantalla metálica tendrá una sección de 16 mm^2 y está compuesta por hilos de cobre.

5.5. Intensidades circulantes por la línea.

La intensidad máxima que transporta la línea será la aportada por la totalidad de la energía generada por la planta fotovoltaica, siendo la siguiente:

$$I_{\text{máxcabecera}} = \frac{30 * 10^6}{\sqrt{3} * 66 * 10^3 * 0,95} = 276,24 \text{ A}$$

Siendo:

$I_{\text{máxcabecera}}$ = Intensidad máxima dada en cabecera de subestación, en A.

5.6. Potencia a transportar.

En el presente proyecto la potencia máxima a transportar será la potencia generada por la planta fotovoltaica "LEÓN", que como máximo será de 30 MW.

La potencia a transportar por el cable deberá ser inferior en todo momento a la potencia máxima admisible, según la intensidad máxima admisible del cable, que en este caso es de:

| Tensión (kV) | I máxadm | Cos ϕ | Padm (MW) | \geq | Ptot real (MW) | Condición |
|--------------|----------|------------|-----------|--------|----------------|-----------|
| 66 | 367,39 | 0,95 | 48,33 | | 30 | CUMPLE |

Tabla 93 Potencia a transportar de la instalación

5.7. Caídas de tensión.

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

La caída de tensión se calculará como:

$$\Delta U = L * I * \sqrt{3} * [(R_{50} * \cos\varphi) + (X * \sin\varphi)]V$$

Dónde:

L = Longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km

X = Reactancia de la línea, en Ω/km .

cos φ = Coseno de φ de la instalación, admi.

sin φ = Seno de φ de la instalación, admi.

Para nuestro caso tenemos:

L = Longitud, en km

Imáxcabecera = Intensidad máxima de la instalación, en A

| Sección | Reactancia a 90°C (Ω/Km) ² | Imax (enterrado) |
|------------------------|---|------------------|
| Al 95 mm ² | 0,153 | 227 |
| Al 150 mm ² | 0,140 | 291 |
| Al 240 mm ² | 0,125 | 385 |
| Al 400 mm ² | 0,078 | 501 |
| Al 500 mm ² | 0,061 | 575 |

Tabla 94 Reactancia del cable a 90°C en función de su sección

Considerando un factor de potencia de 0,95 obtenemos una caída de tensión:

$$\Delta U = 384,66 \text{ V}$$

Donde la caída de tensión porcentual es de:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U (V)}{U(V)} = \frac{384,66 \text{ V}}{66.000 \text{ V}} * 100 = 0,58\%$$

Obteniendo una caída de tensión, inferior al 5% de la tensión de servicio de la línea.

5.8. Pérdidas de potencia.

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 * R * L * I^2$$

Dónde:

ΔP = Pérdida de potencia, en W,

L = Longitud de la línea, en km,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

I = Intensidad de la línea, en A.

Sustituyendo valores tenemos, para nuestro tramo:

$$\Delta P = 97,86 \text{ kW}$$

6. RESULTADOS CÁLCULO LÍNEA DE EVACUACION DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

A continuación, se muestra en una tabla los cálculos totales de las caídas de tensión y pérdidas de potencia de la línea de evacuación:

| Tramo | Conductor | Longitud (km) | $\Delta U(V)$ | $\Delta U(\%)$ | $\Delta P(kW)$ |
|----------------------|------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Colectora | Al 150 mm ² | 1,587 | 108,64 | 0,362 | 23,01 |
| Colectora | Al 150 mm ² | 1,401 | | | |
| Colectora | Al 150 mm ² | 1,145 | | | |
| Colectora | Al 95 mm ² | 1,559 | | | |
| Subterráneo 1 | Al 630 mm ² | 29,230 | 1421,15 | 4,737 | 739,55 |
| Subterráneo 2 | Al 400 mm ² | 6,290 | 384,66 | 0,583 | 97,86 |
| Total | | 41,212 | 1914,45 | 5,682 | 860,42 |

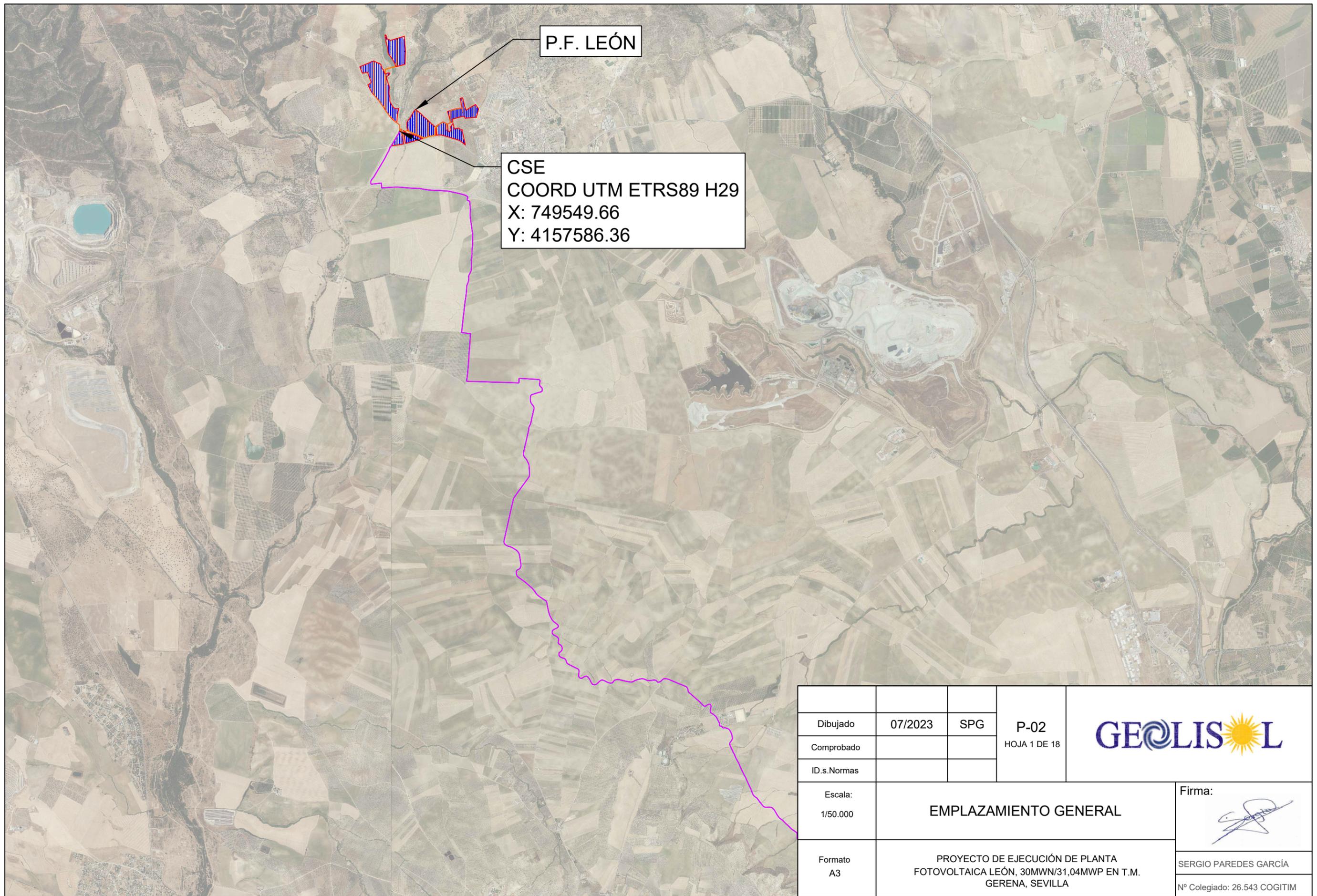
Tabla 95. Resultados de cálculos eléctricos

Los datos de la caída de tensión total, corresponden a la suma de los todos los tramos de la línea de evacuación (subterráneo) más el tramo más restrictivo de la línea colectora.

CAPÍTULO IV. PLANOS



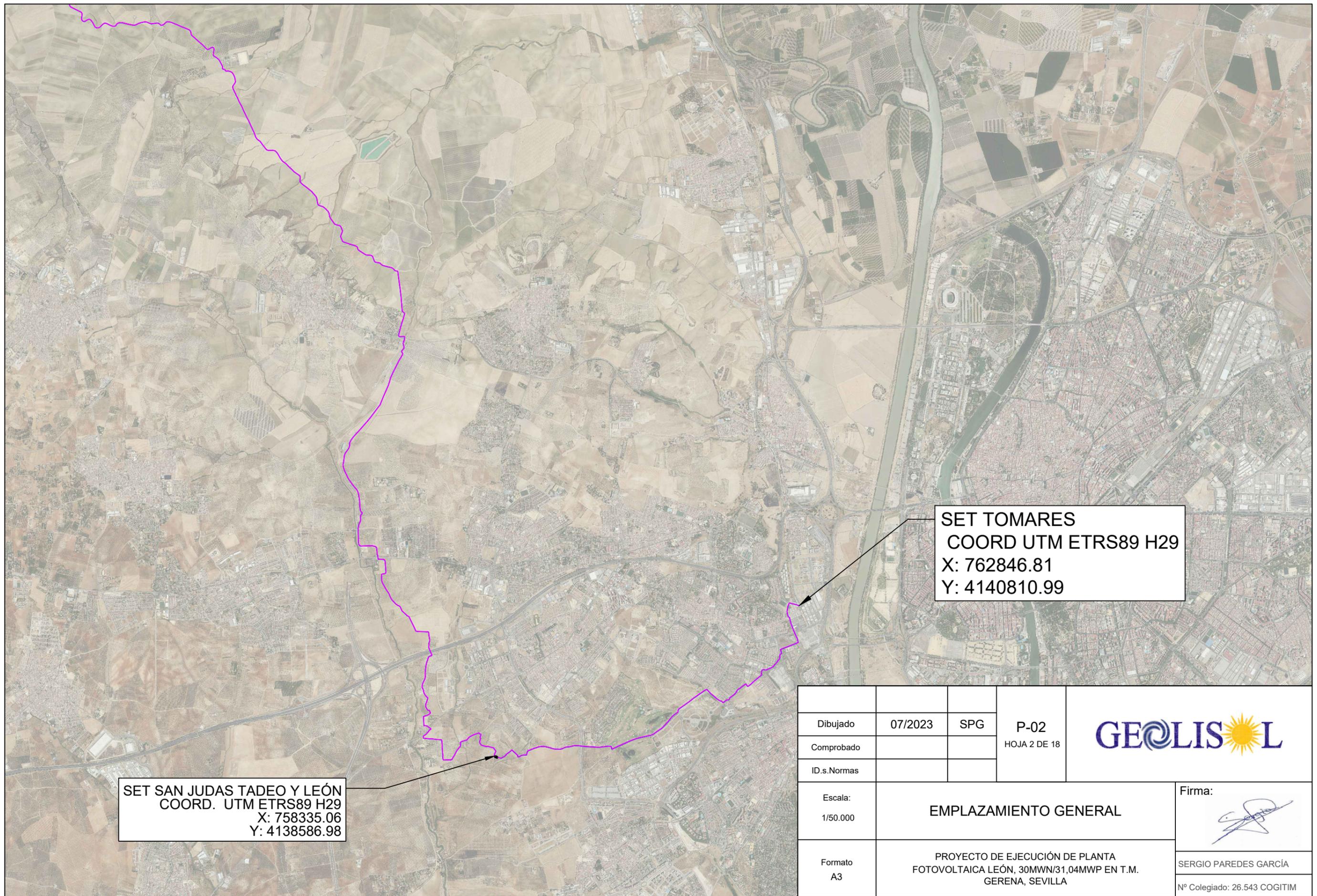
| | | | | |
|----------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-01 HOJA 1 DE 1 |  |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: S/E | PLANTA DE SITUACIÓN | | | Firma:  |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



P.F. LEÓN

CSE
 COORD UTM ETRS89 H29
 X: 749549.66
 Y: 4157586.36

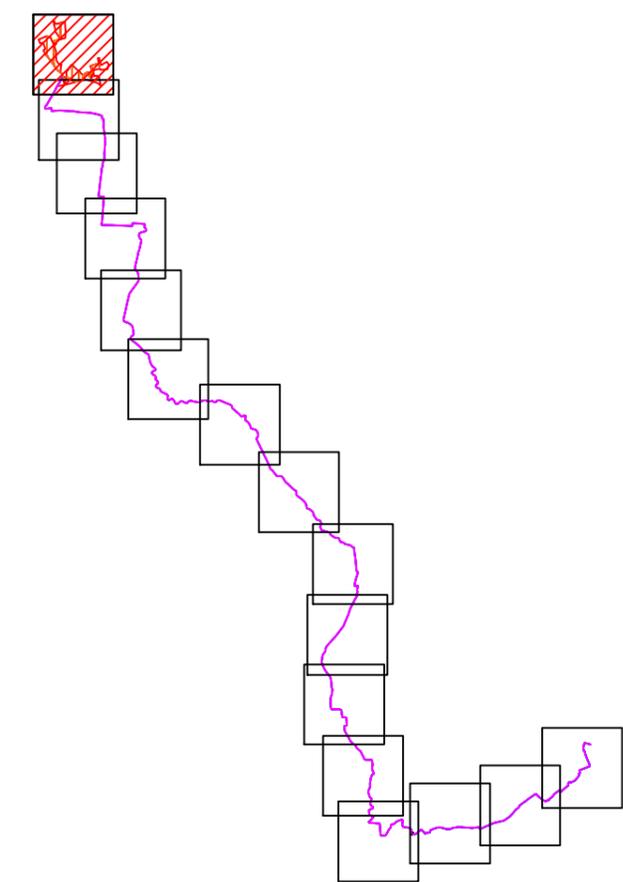
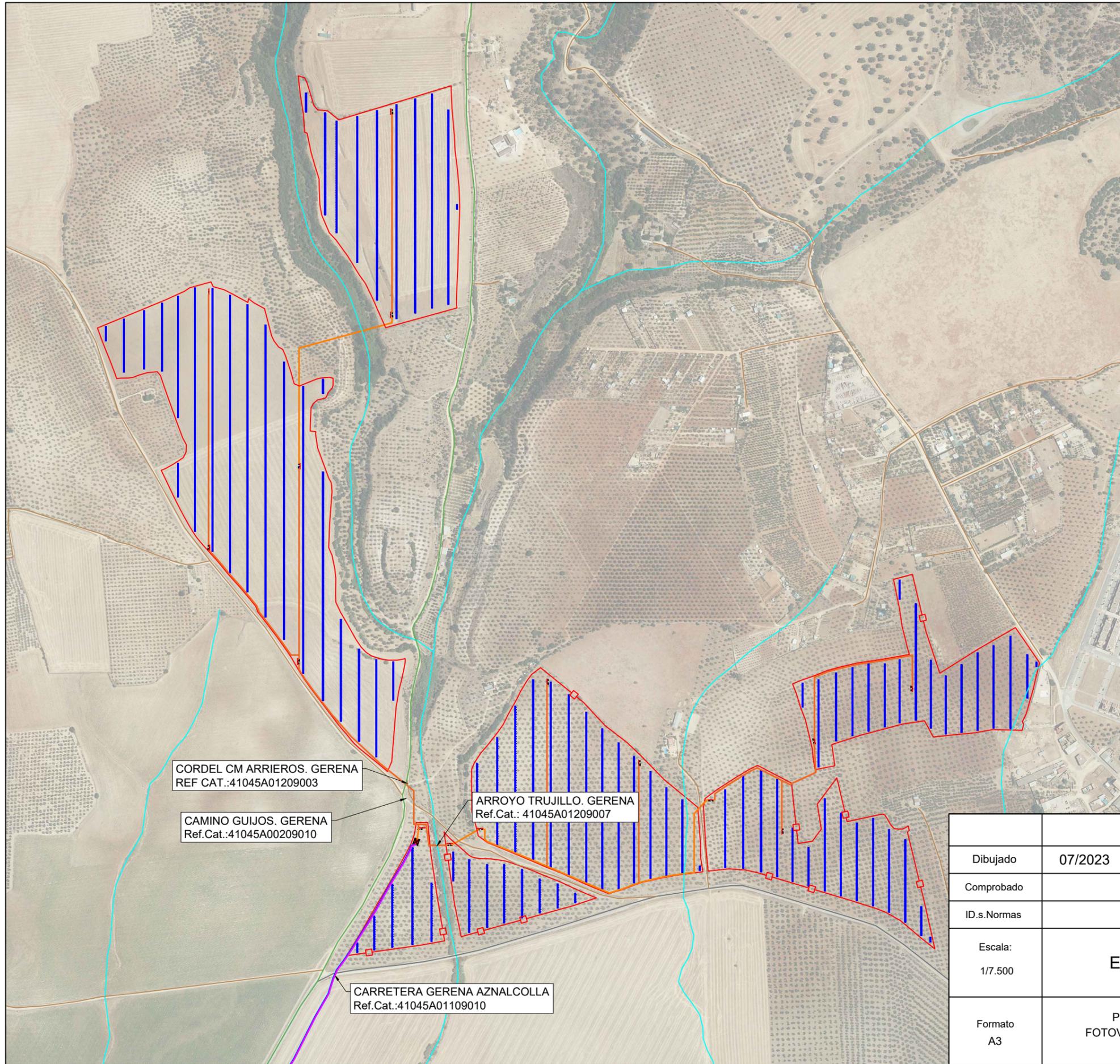
| | | | | |
|---------------------|---|-----|--------------|---|
| | | | |  |
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 | |
| Comprobado | | | HOJA 1 DE 18 | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: 1/50.000 | EMPLAZAMIENTO GENERAL | | | Firma:  |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



SET SAN JUDAS TADEO Y LEÓN
 COORD. UTM ETRS89 H29
 X: 758335.06
 Y: 4138586.98

SET TOMARES
 COORD UTM ETRS89 H29
 X: 762846.81
 Y: 4140810.99

| | | | | |
|-------------|--|-----|--------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 |  |
| Comprobado | | | HOJA 2 DE 18 | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | EMPLAZAMIENTO GENERAL | | | Firma: |
| 1/50.000 | | | |  |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

CORDEL CM ARRIEROS. GERENA
REF.CAT.:41045A01209003

CAMINO GUIJOS. GERENA
Ref.Cat.:41045A00209010

ARROYO TRUJILLO. GERENA
Ref.Cat.: 41045A01209007

CARRETERA GERENA AZNALCOLLA
Ref.Cat.:41045A01109010

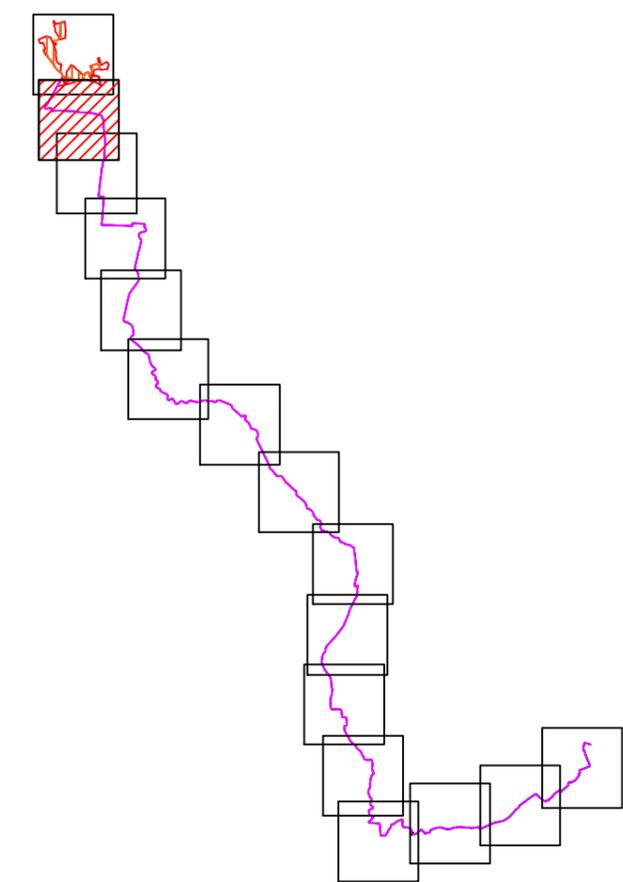
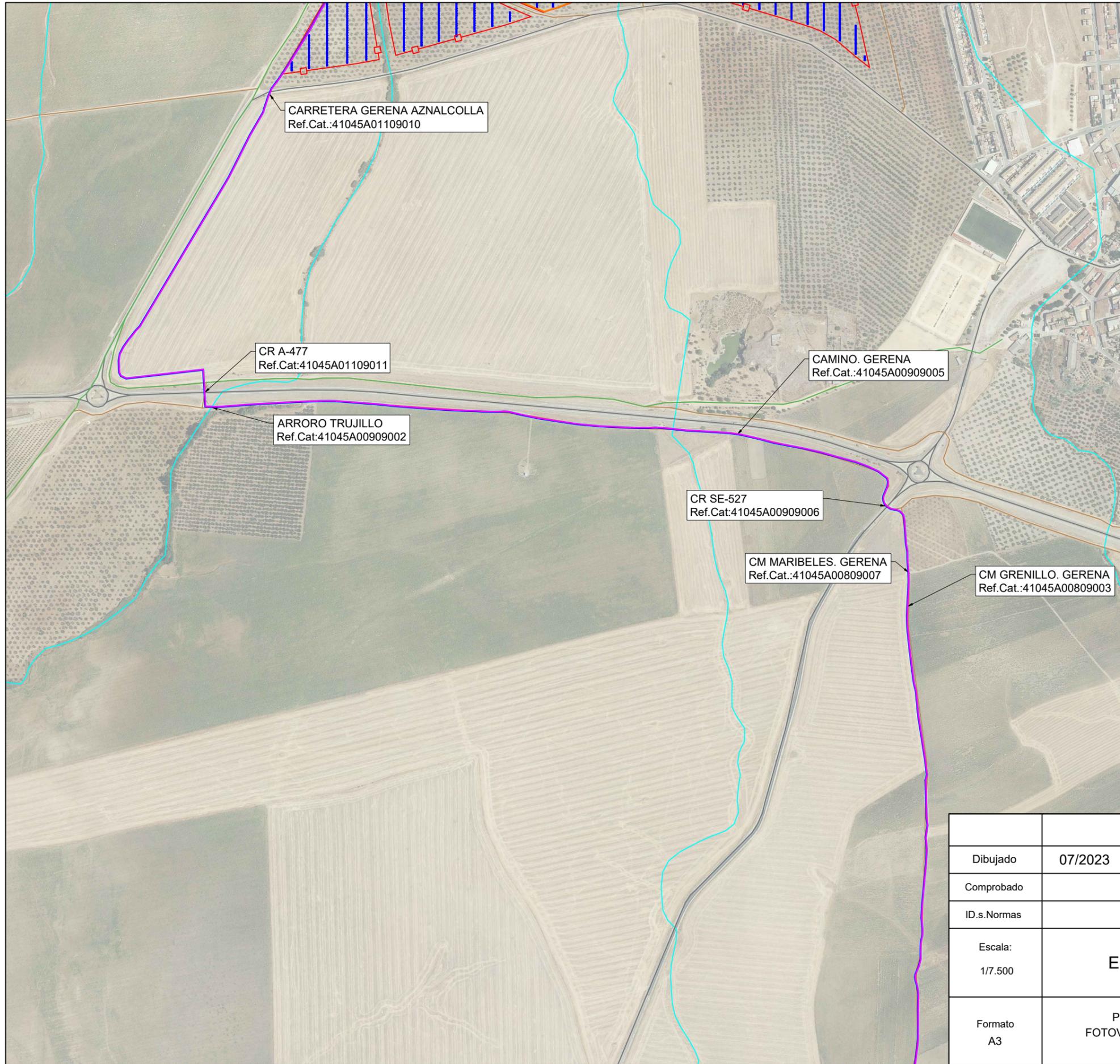
| | | | |
|-------------|---------|-----|--------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 |
| Comprobado | | | HOJA 3 DE 18 |
| ID.s.Normas | | | |



| | |
|---|------------------------------|
| Escala: 1/7.500 | EMPLAZAMIENTO TRAMO 1 |
| Formato A3 | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | |

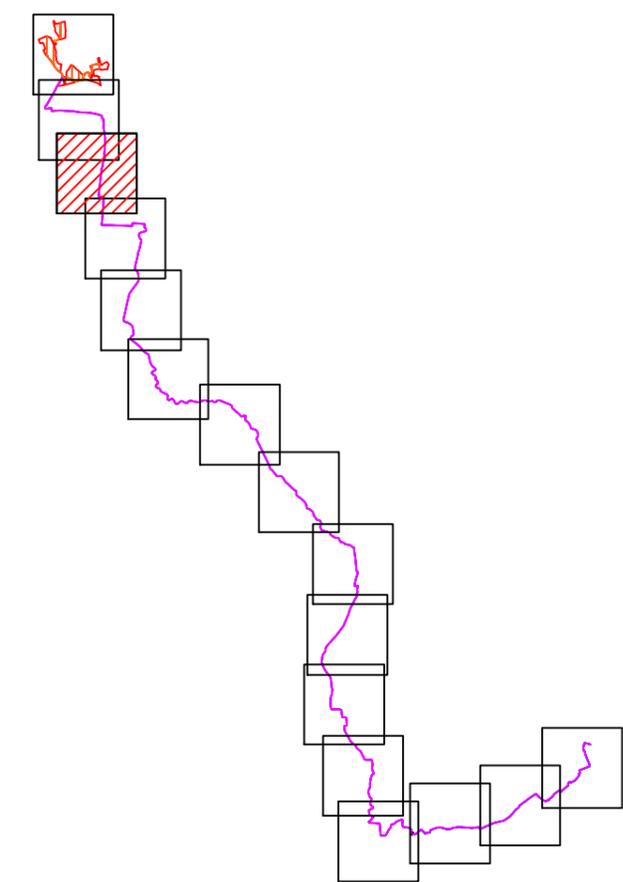
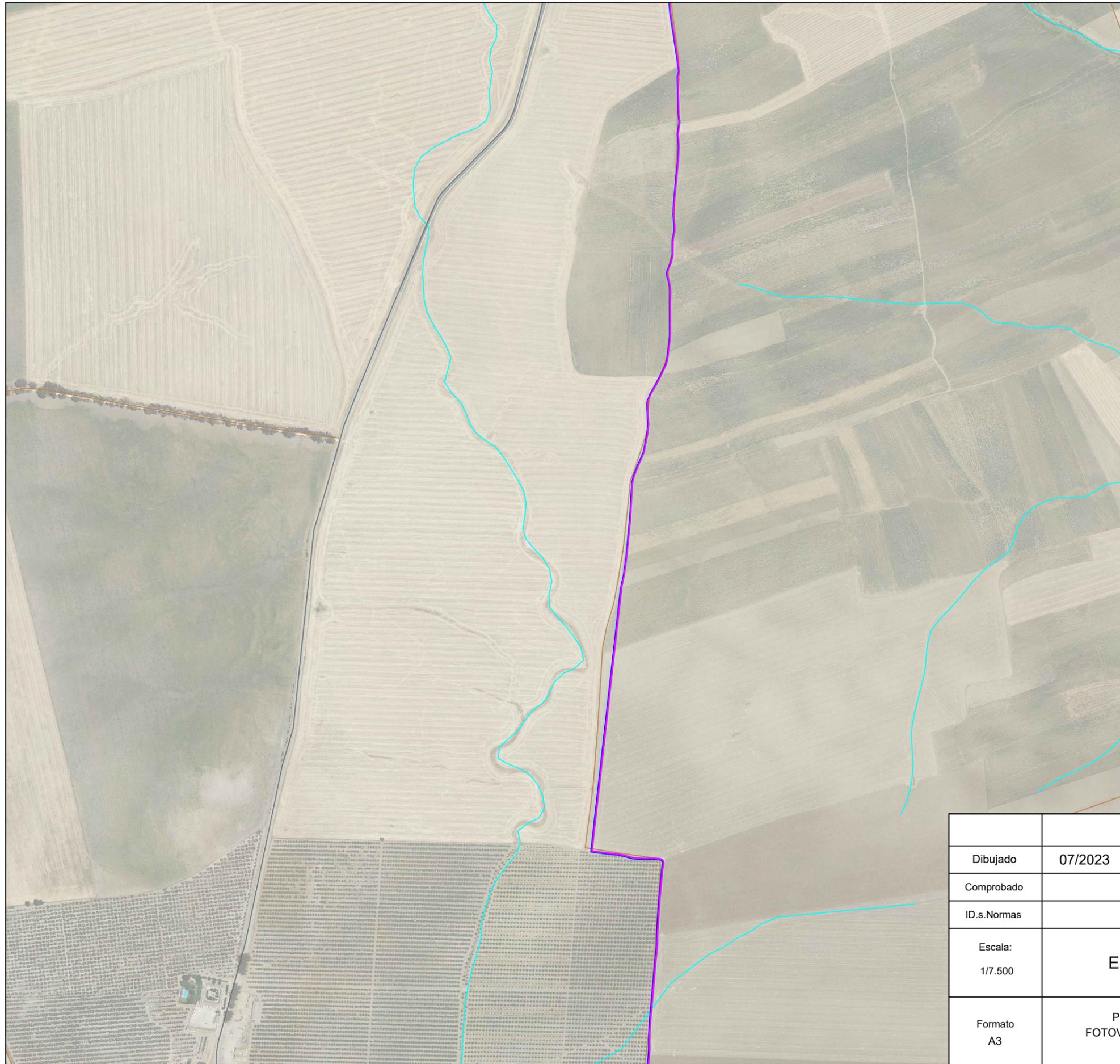
Firma:

 SERGIO PAREDES GARCÍA
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM



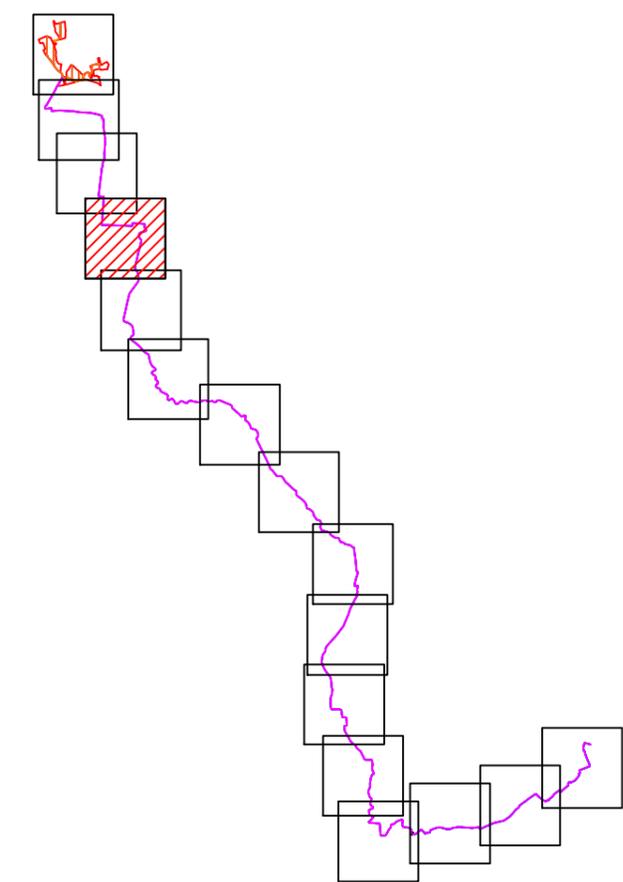
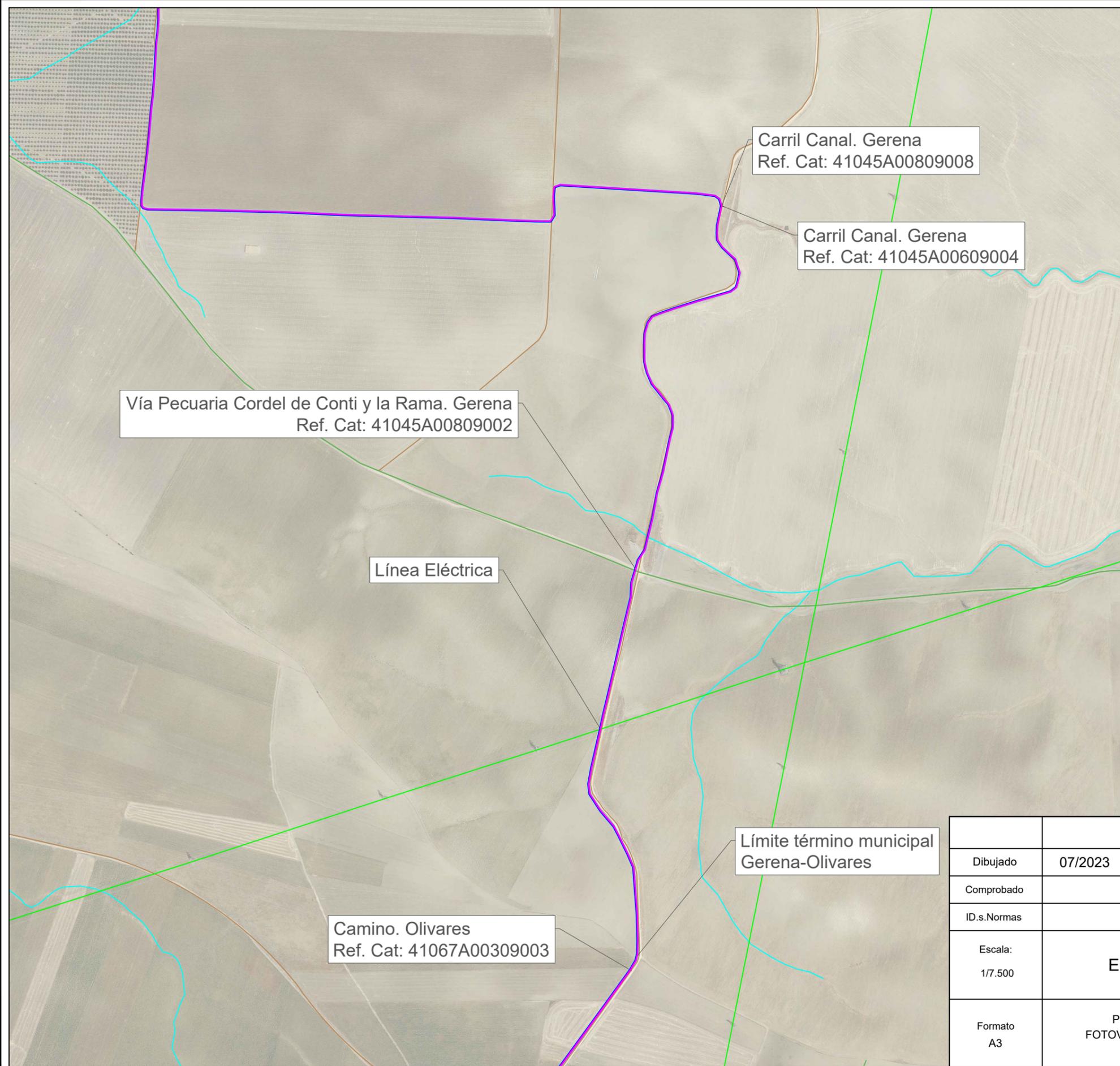
| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | |
|-------------|---|-----|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 4 DE 18 |
| Comprobado | | | |
| ID.s.Normas | | | |
| Escala: | EMPLAZAMIENTO TRAMO 2 | | Firma: |
| 1/7.500 | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



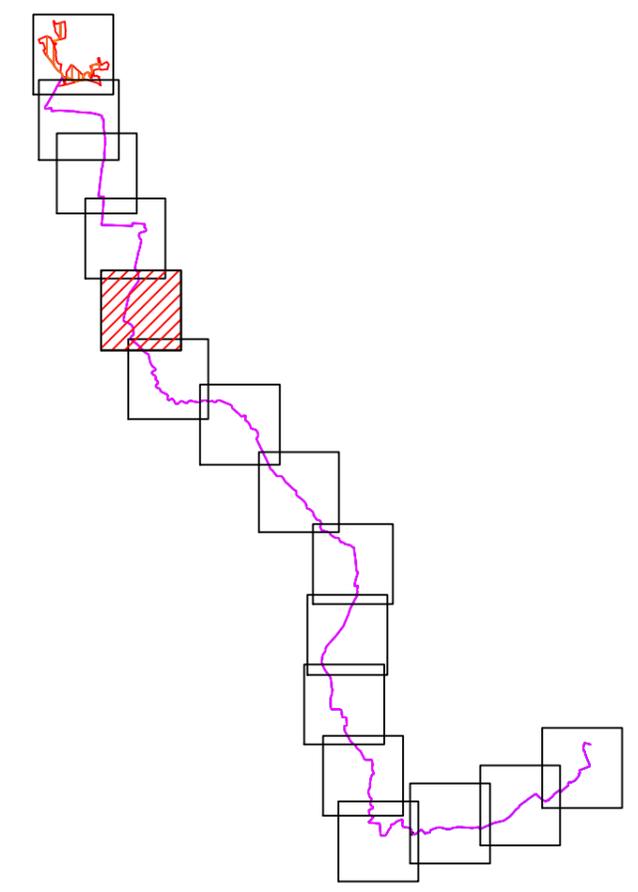
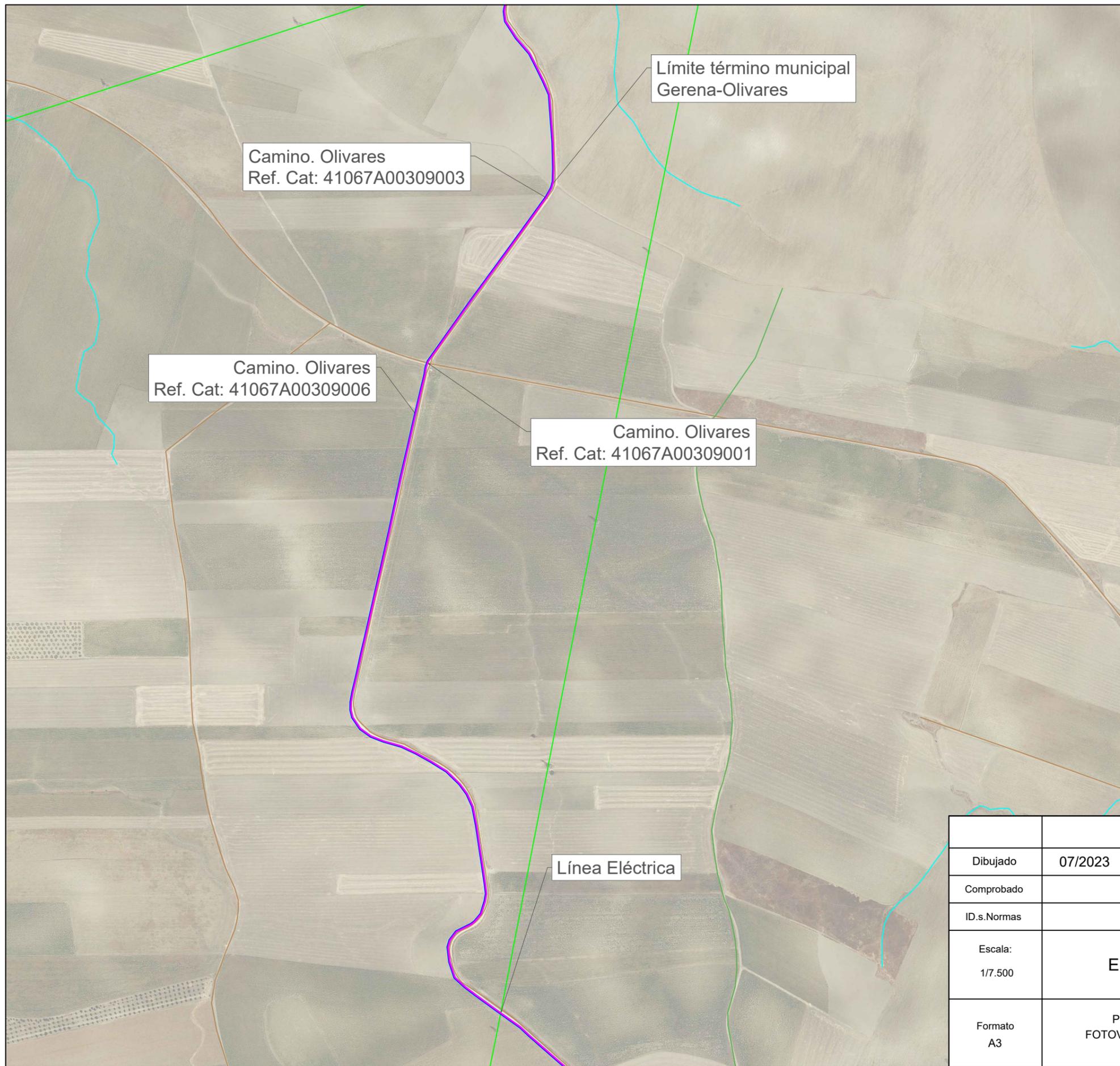
| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|--------------------|---|-----|----------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 5 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: 1/7.500 | EMPLAZAMIENTO TRAMO 3 | | | Firma: |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



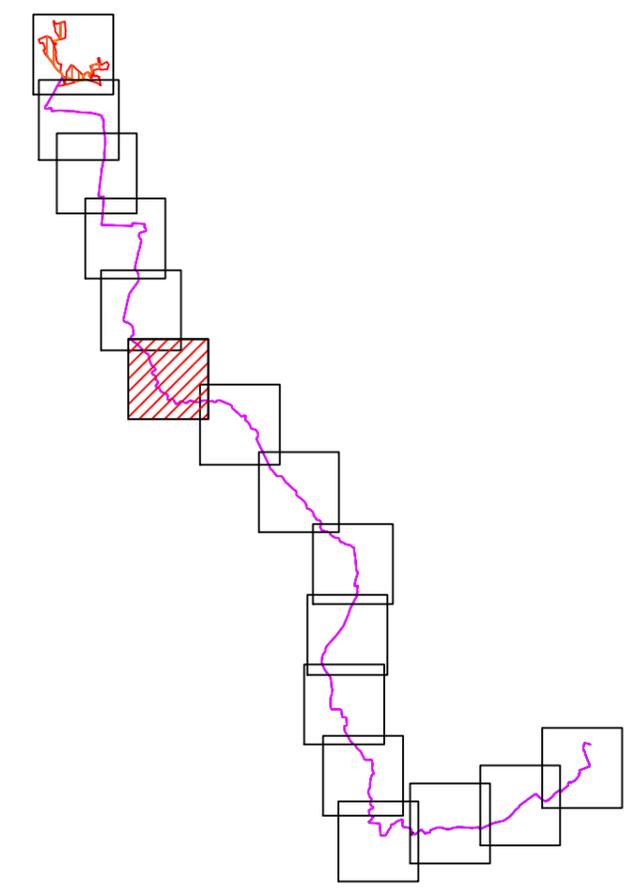
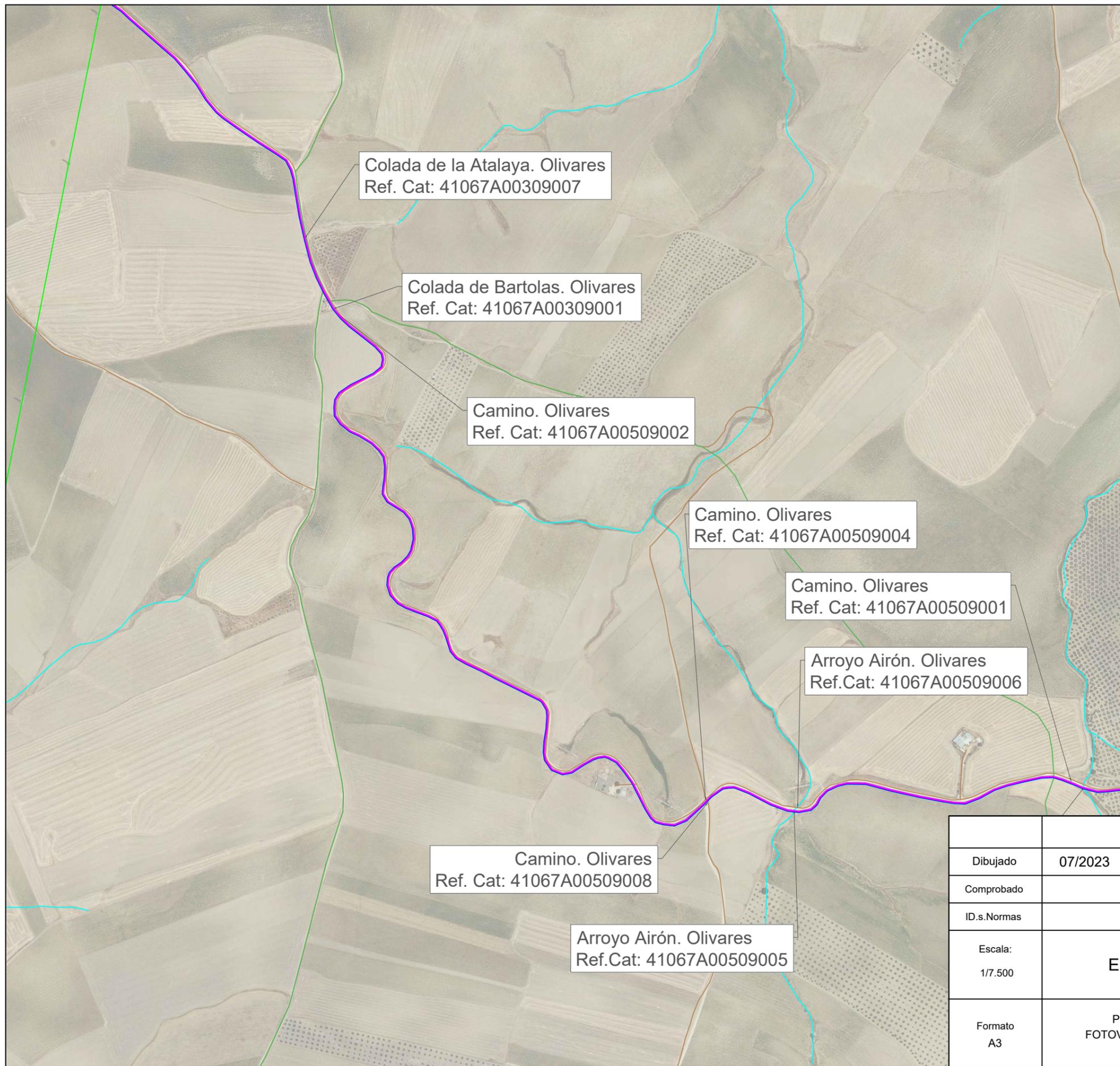
| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 6 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | EMPLAZAMIENTO TRAMO 4 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



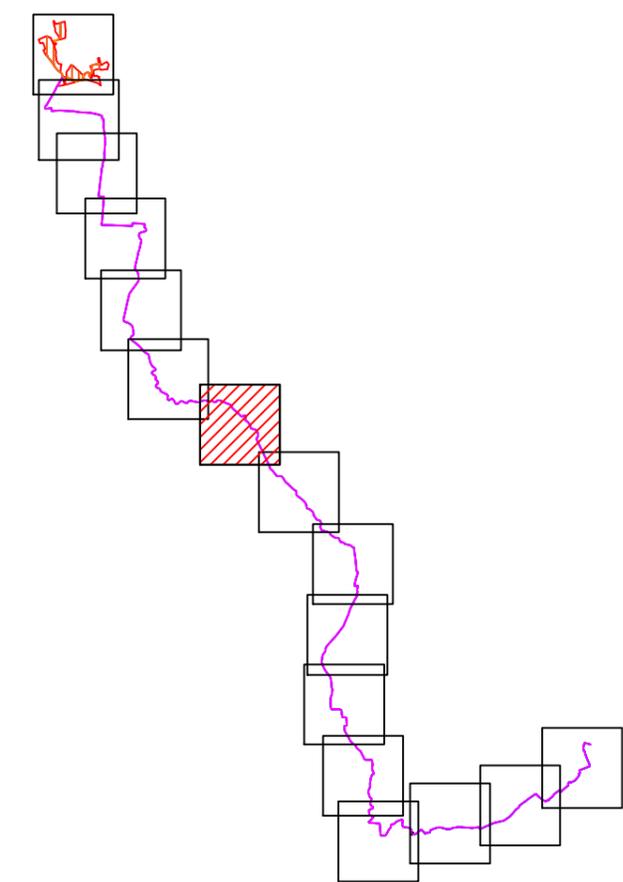
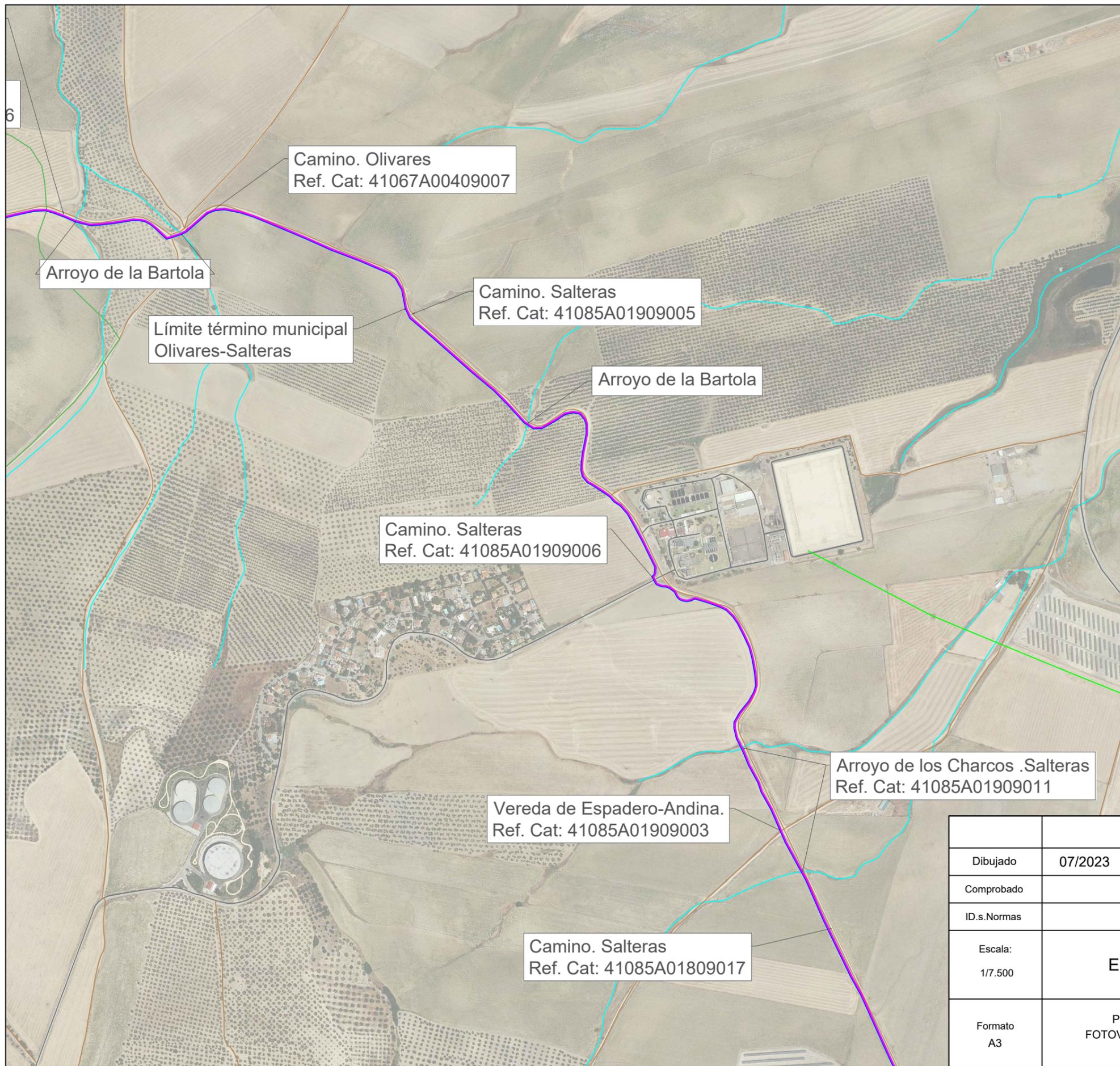
| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 7 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | EMPLAZAMIENTO TRAMO 5 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 8 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | EMPLAZAMIENTO TRAMO 6 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

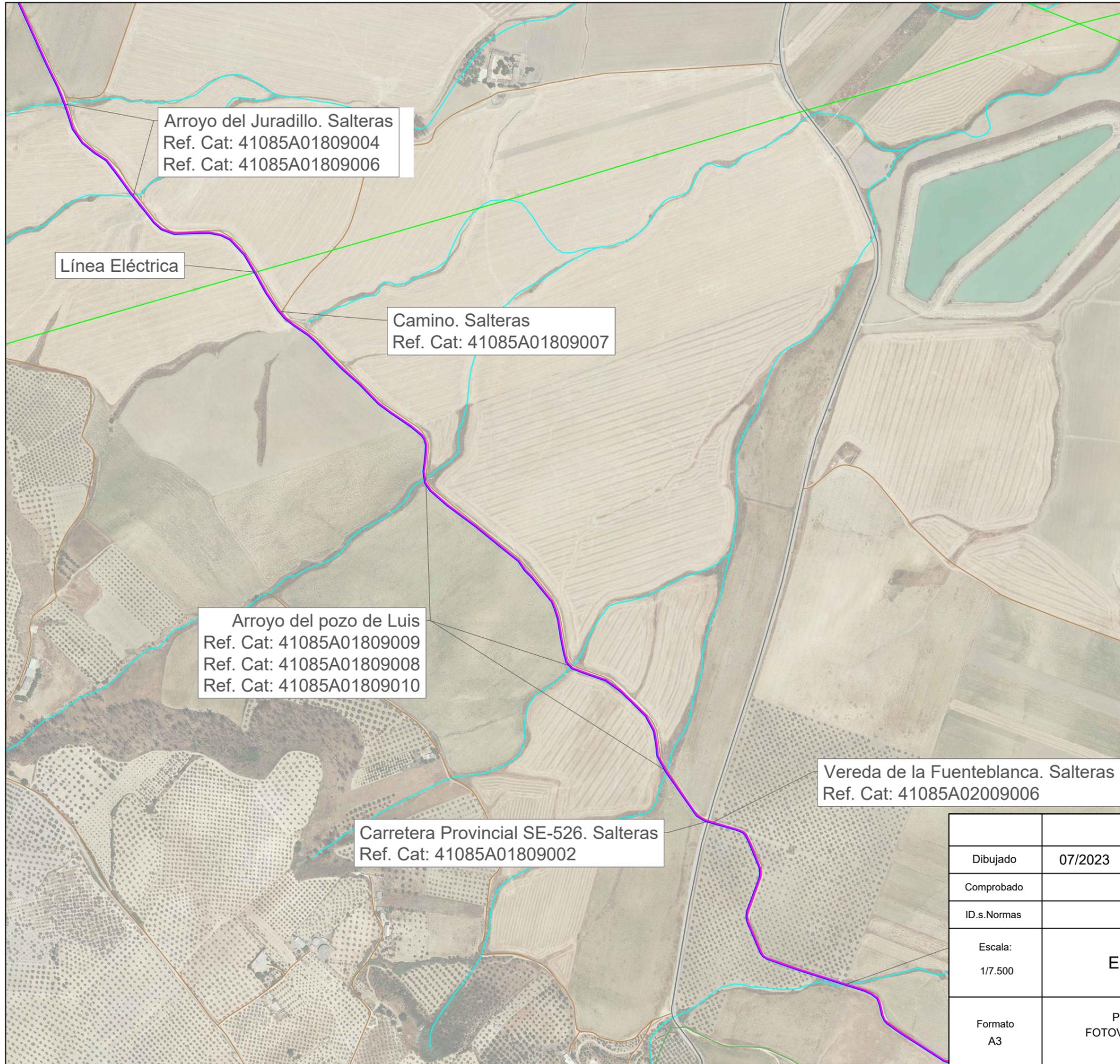
| | | | |
|-------------|---------|-----|----------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 9 DE 18 |
| Comprobado | | | |
| ID.s.Normas | | | |



| | |
|---|------------------------------|
| Escala: 1/7.500 | EMPLAZAMIENTO TRAMO 7 |
| Formato A3 | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | |

Firma:

 SERGIO PAREDES GARCÍA
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM



Arroyo del Juradillo. Salteras
Ref. Cat: 41085A01809004
Ref. Cat: 41085A01809006

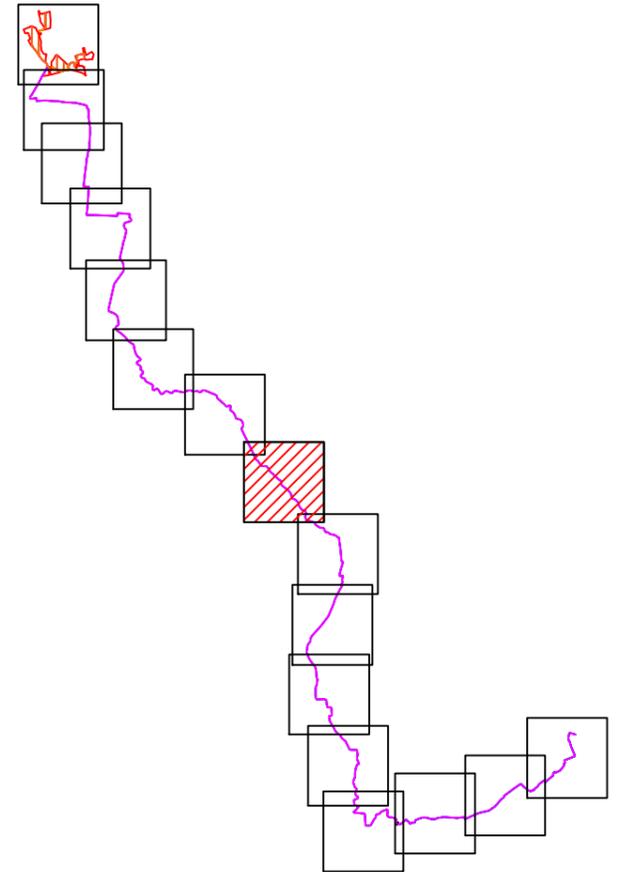
Línea Eléctrica

Camino. Salteras
Ref. Cat: 41085A01809007

Arroyo del pozo de Luis
Ref. Cat: 41085A01809009
Ref. Cat: 41085A01809008
Ref. Cat: 41085A01809010

Carretera Provincial SE-526. Salteras
Ref. Cat: 41085A01809002

Vereda de la Fuenteblanca. Salteras
Ref. Cat: 41085A02009006



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

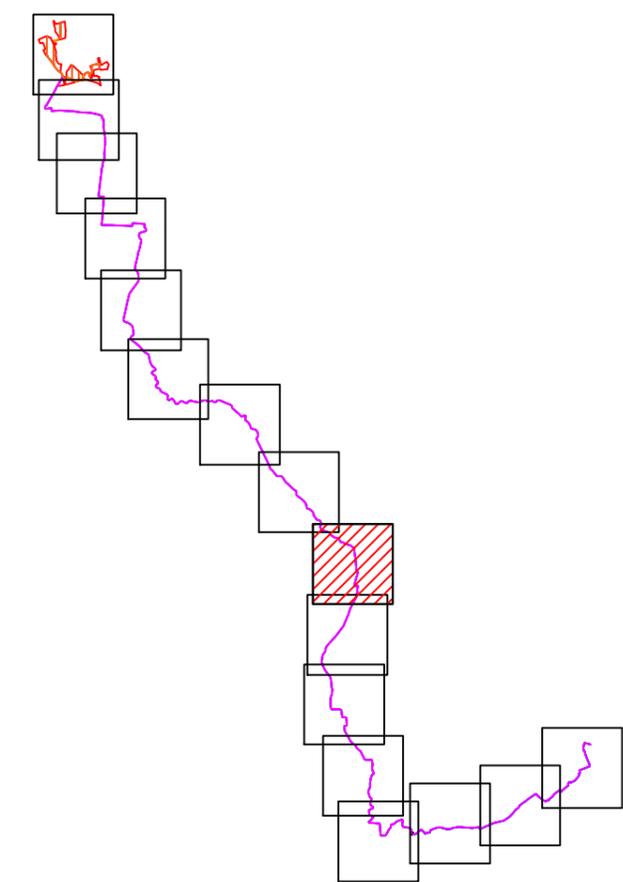
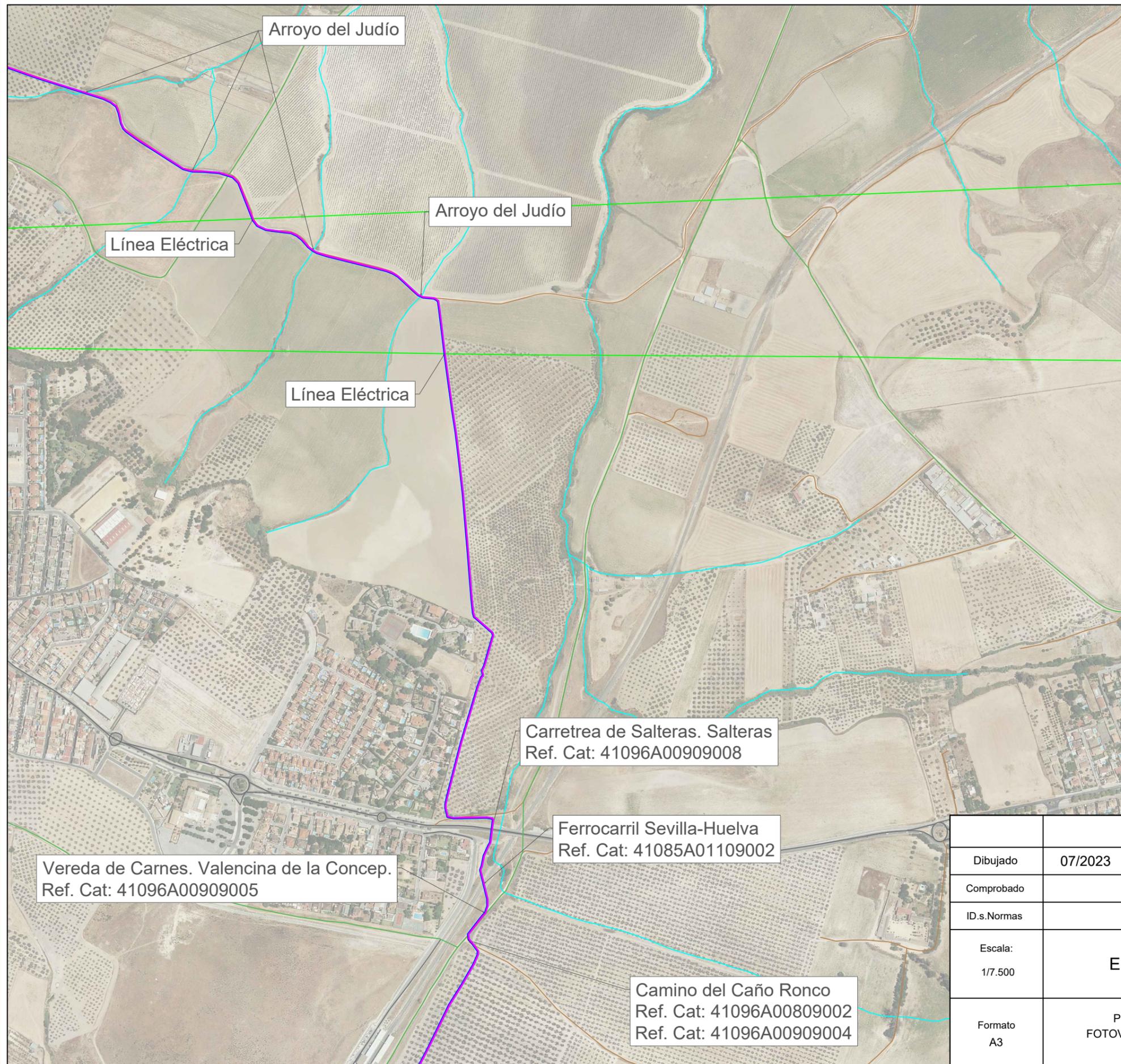
| | | | |
|-------------|---------|-----|-----------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 10 DE 18 |
| Comprobado | | | |
| ID.s.Normas | | | |



| | |
|---|------------------------------|
| Escala: 1/7.500 | EMPLAZAMIENTO TRAMO 8 |
| Formato A3 | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | |

Firma:

SERGIO PAREDES GARCÍA
Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

Vereda de Carnes. Valencina de la Concep.
Ref. Cat: 41096A00909005

Carretera de Salteras. Salteras
Ref. Cat: 41096A00909008

Ferrocarril Sevilla-Huelva
Ref. Cat: 41085A01109002

Camino del Caño Ronco
Ref. Cat: 41096A00809002
Ref. Cat: 41096A00909004

| | | | |
|-------------|---------|-----|---------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 |
| Comprobado | | | HOJA 11 DE 18 |
| ID.s.Normas | | | |

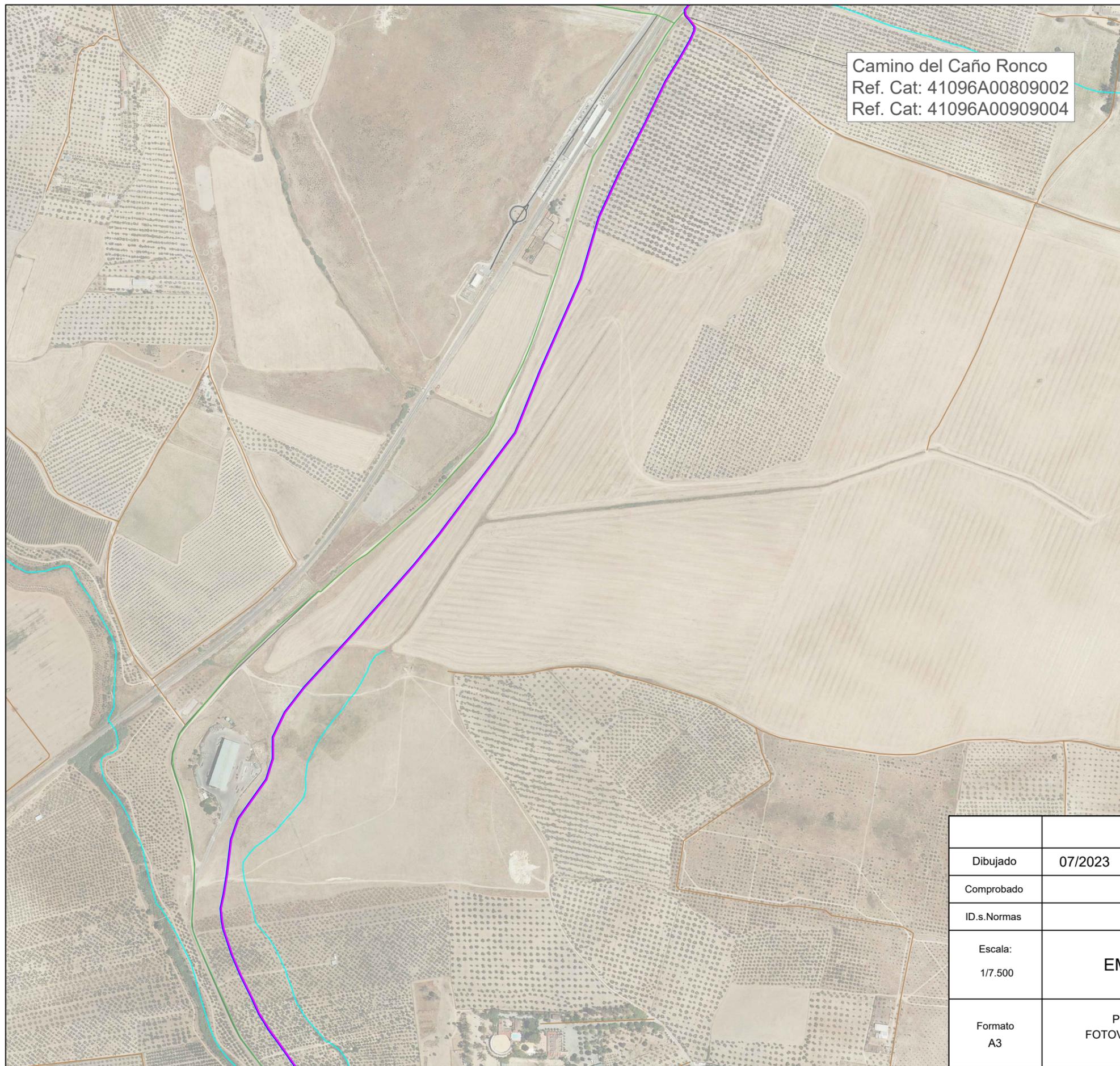


EMPLAZAMIENTO TRAMO 9

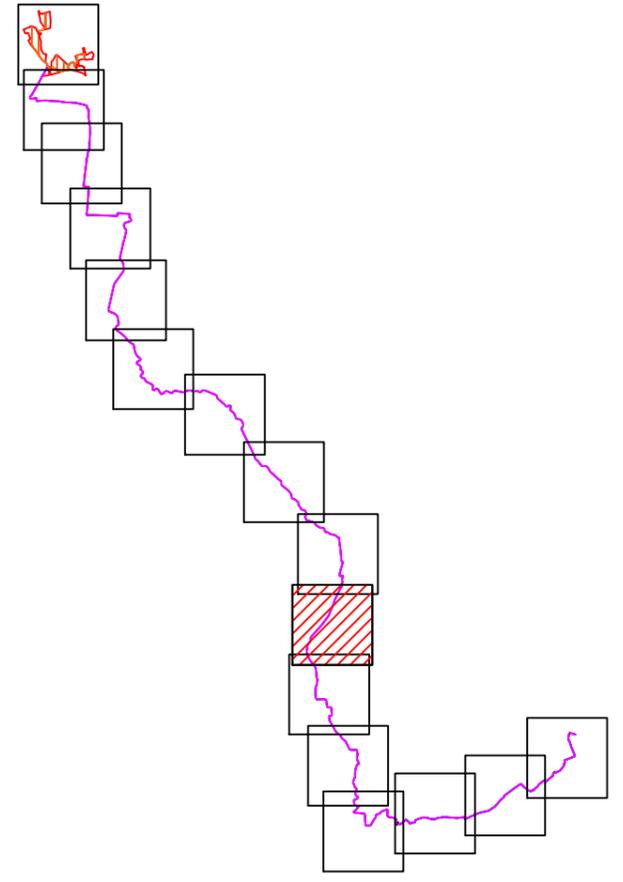
PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA
FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M.
GERENA, SEVILLA

Firma:

SERGIO PAREDES GARCÍA
Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

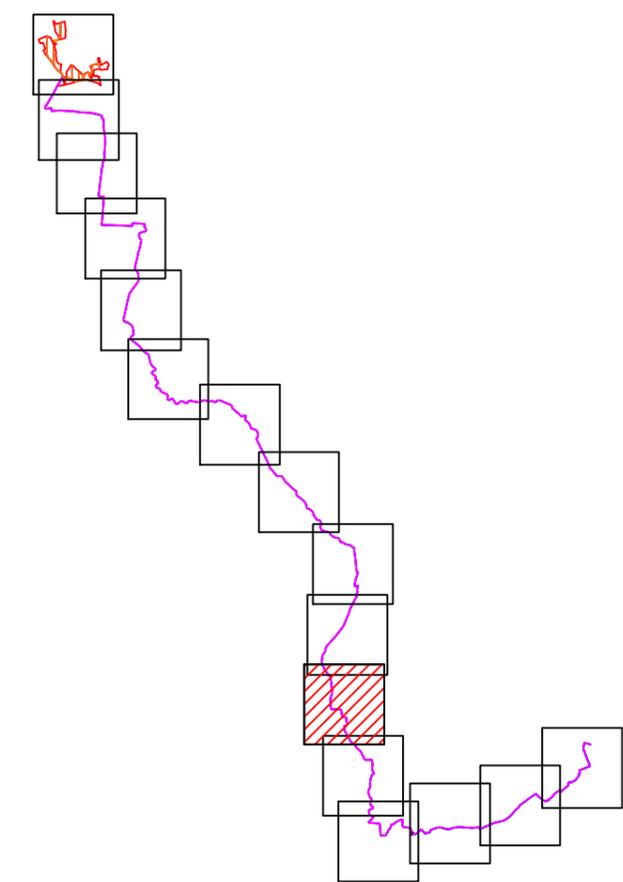
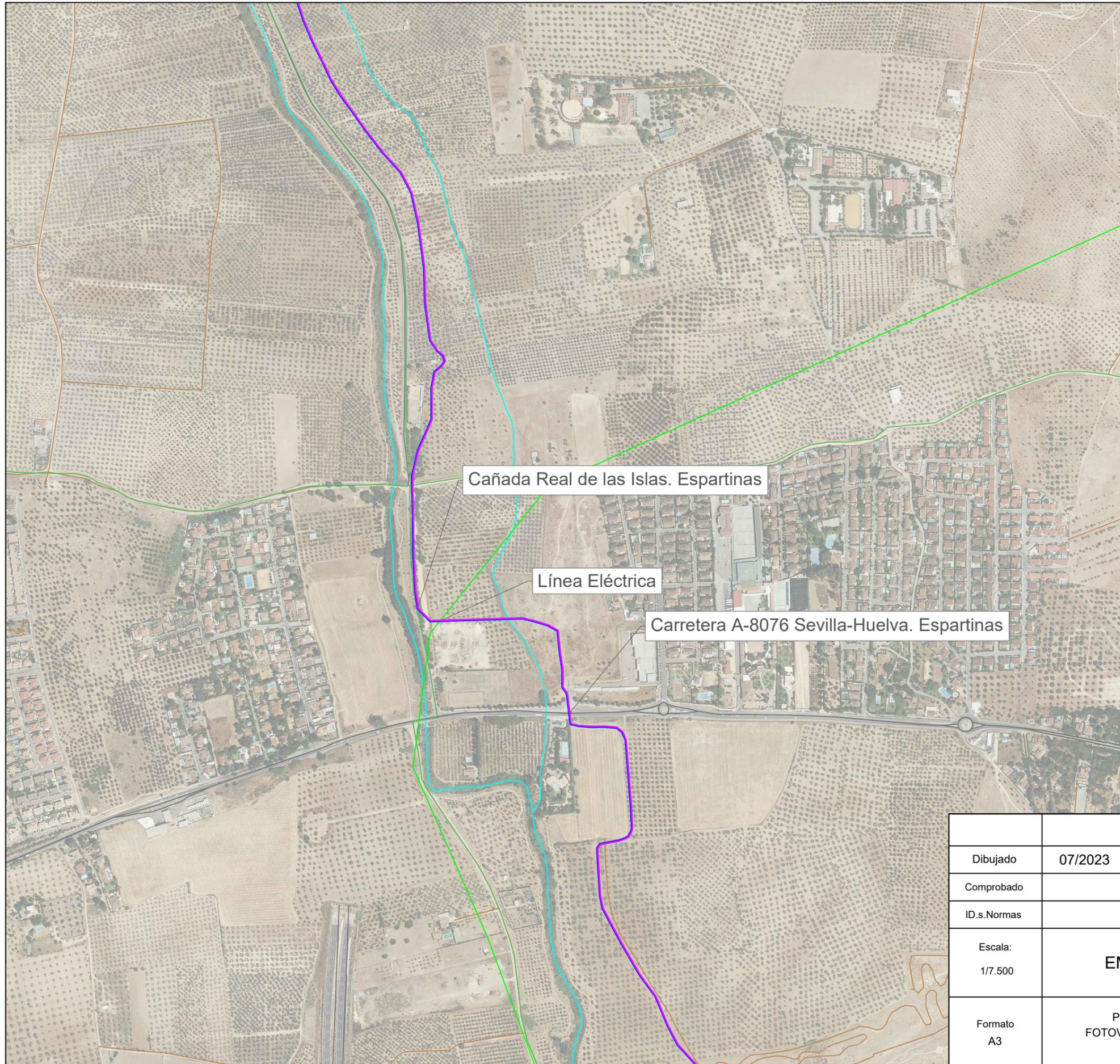


Camino del Caño Ronco
 Ref. Cat: 41096A00809002
 Ref. Cat: 41096A00909004



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|-----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 12 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | EMPLAZAMIENTO TRAMO 10 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

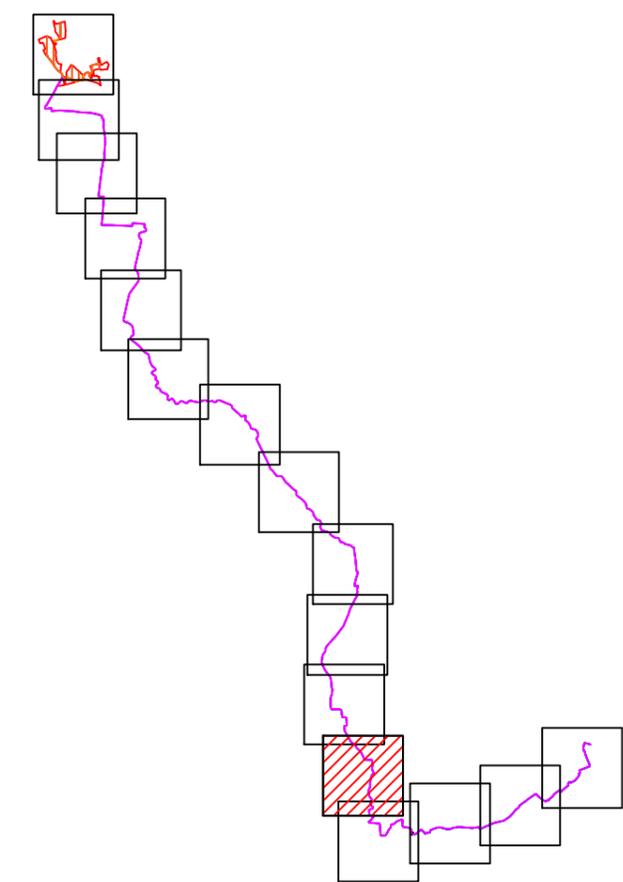
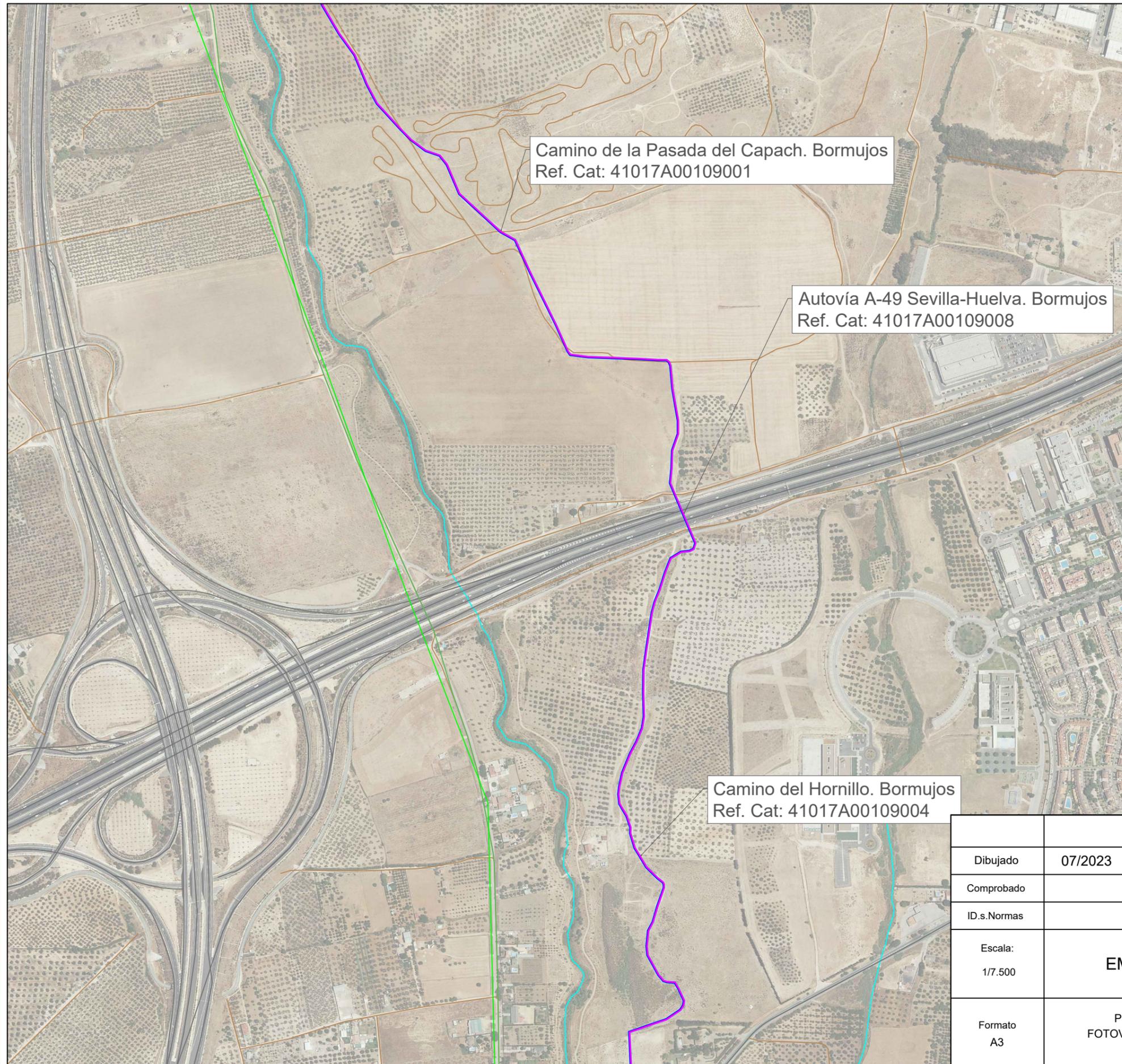
| | | | |
|-------------|---------|-----|---------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 |
| Comprobado | | | HOJA 13 DE 18 |
| ID.s.Normas | | | |



| | |
|---------|---|
| Escala: | EMPLAZAMIENTO TRAMO 11 |
| 1/7.500 | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA |
| A3 | |

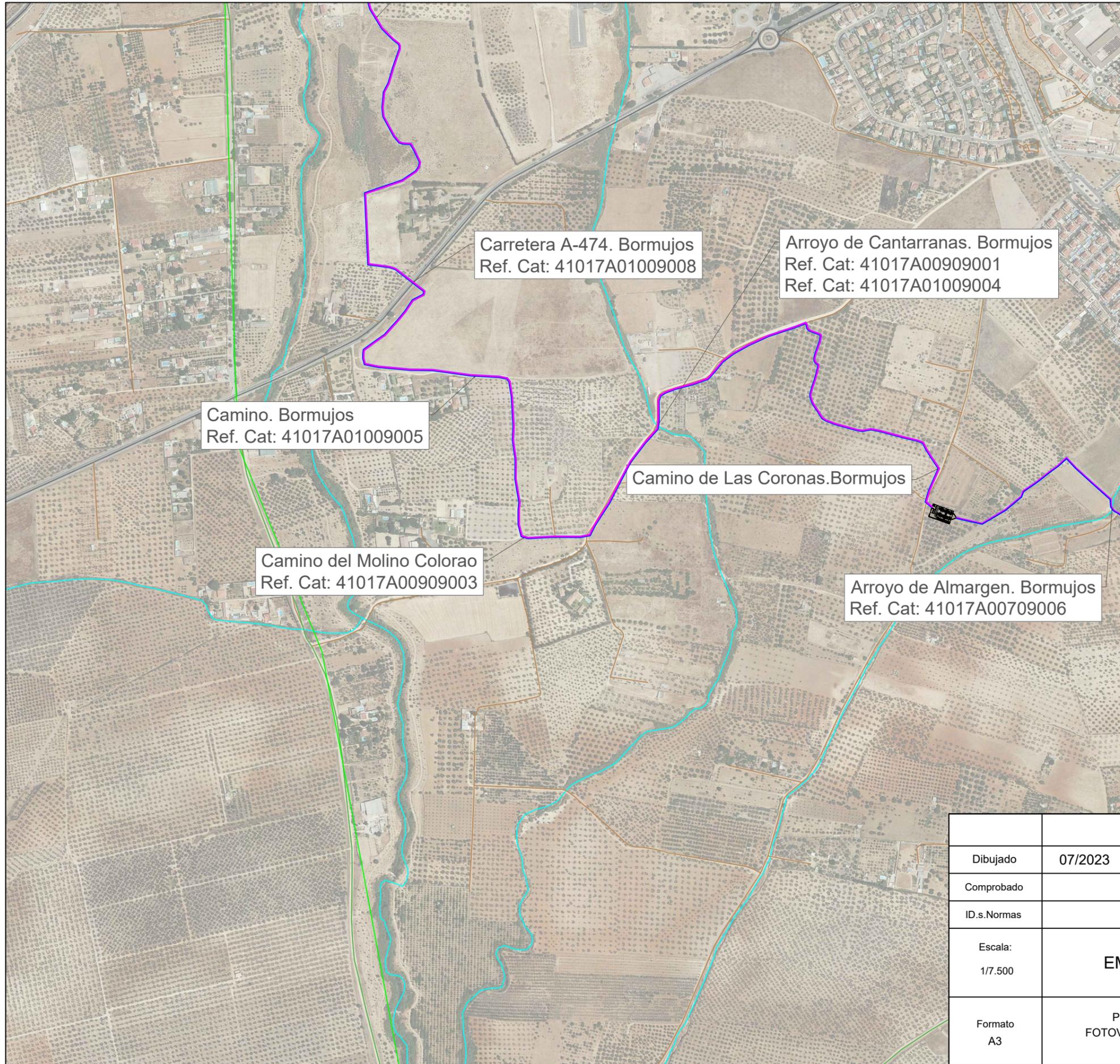
Firma:

SERGIO PAREDES GARCÍA
Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|---------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 | |
| Comprobado | | | HOJA 14 DE 18 | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | EMPLAZAMIENTO TRAMO 12 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



Carretera A-474. Bormujos
Ref. Cat: 41017A01009008

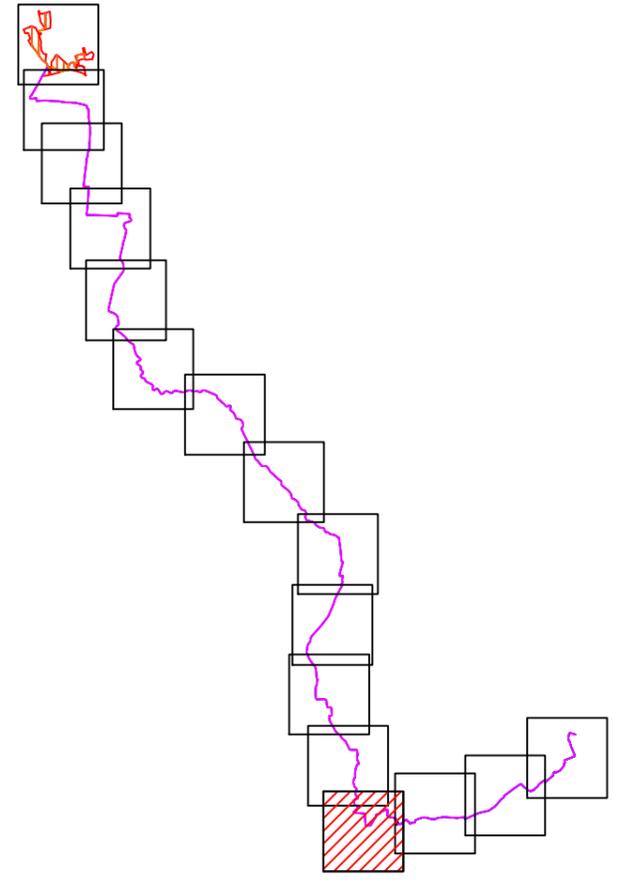
Arroyo de Cantarranas. Bormujos
Ref. Cat: 41017A00909001
Ref. Cat: 41017A01009004

Camino. Bormujos
Ref. Cat: 41017A01009005

Camino de Las Coronas. Bormujos

Camino del Molino Colorao
Ref. Cat: 41017A00909003

Arroyo de Almargen. Bormujos
Ref. Cat: 41017A00709006



| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

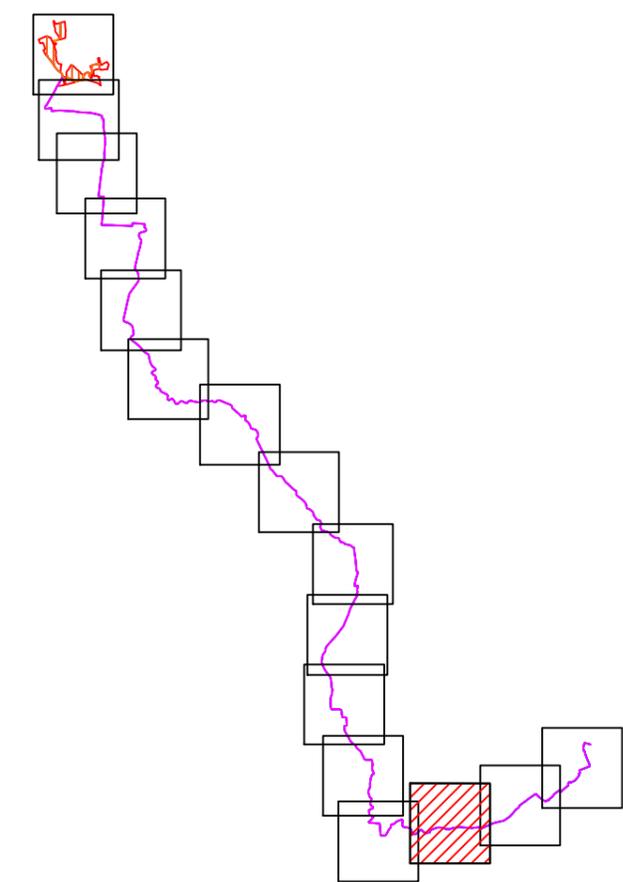
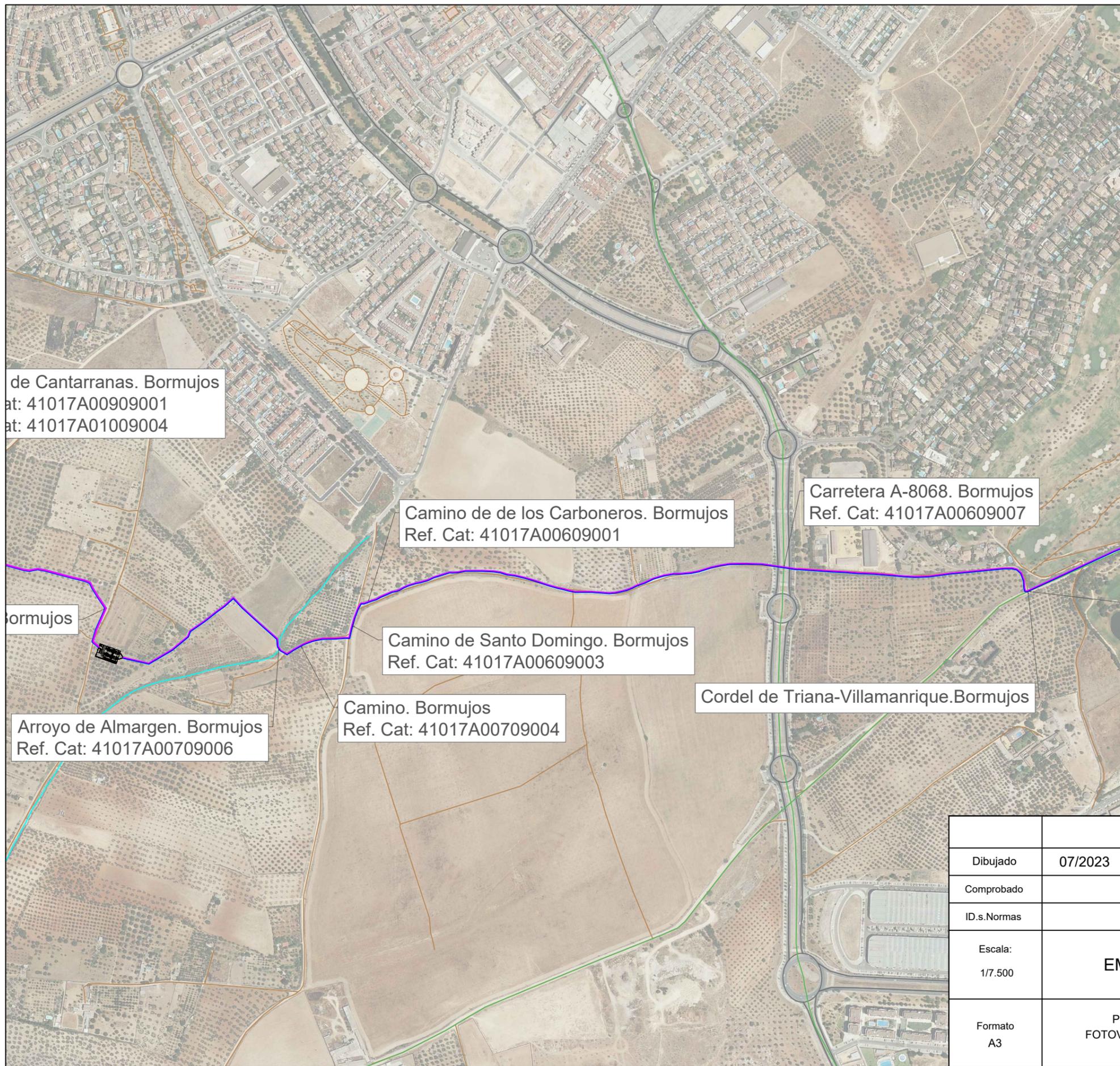
| | | | |
|-------------|---------|-----|-----------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 15 DE 18 |
| Comprobado | | | |
| ID.s.Normas | | | |



| | |
|---|-------------------------------|
| Escala: 1/7.500 | EMPLAZAMIENTO TRAMO 13 |
| Formato A3 | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | |

Firma:

 SERGIO PAREDES GARCÍA
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | |
|-------------|---------|-----|---------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 |
| Comprobado | | | HOJA 16 DE 18 |
| ID.s.Normas | | | |



| | |
|---|-------------------------------|
| Escala: 1/7.500 | EMPLAZAMIENTO TRAMO 14 |
| Formato A3 | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | |

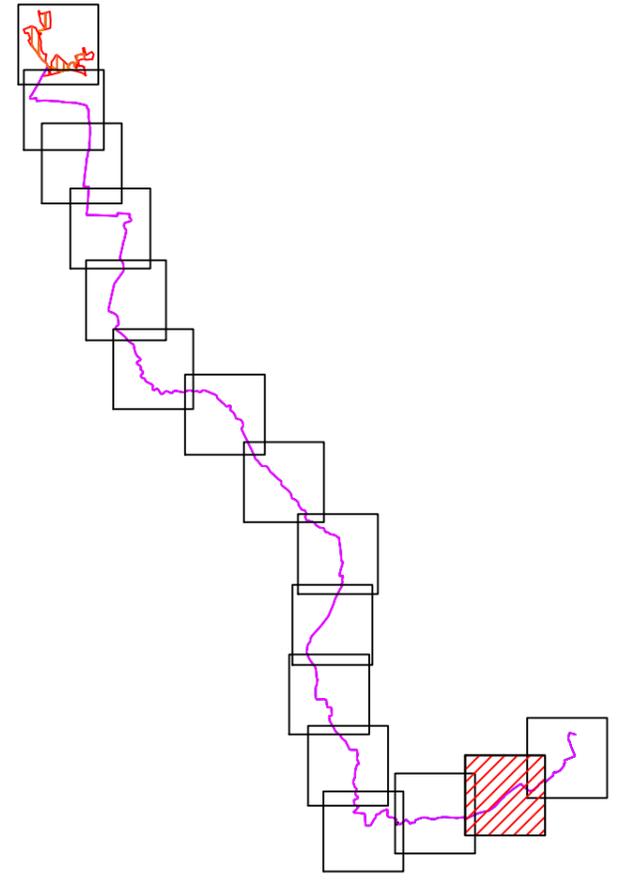
Firma:

 SERGIO PAREDES GARCÍA
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM



Camino del Salado. Tomares
Ref. Cat: 41093A00209001

Carretera de Mairena. Bormujos
Ref. Cat: 41017A00509002



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

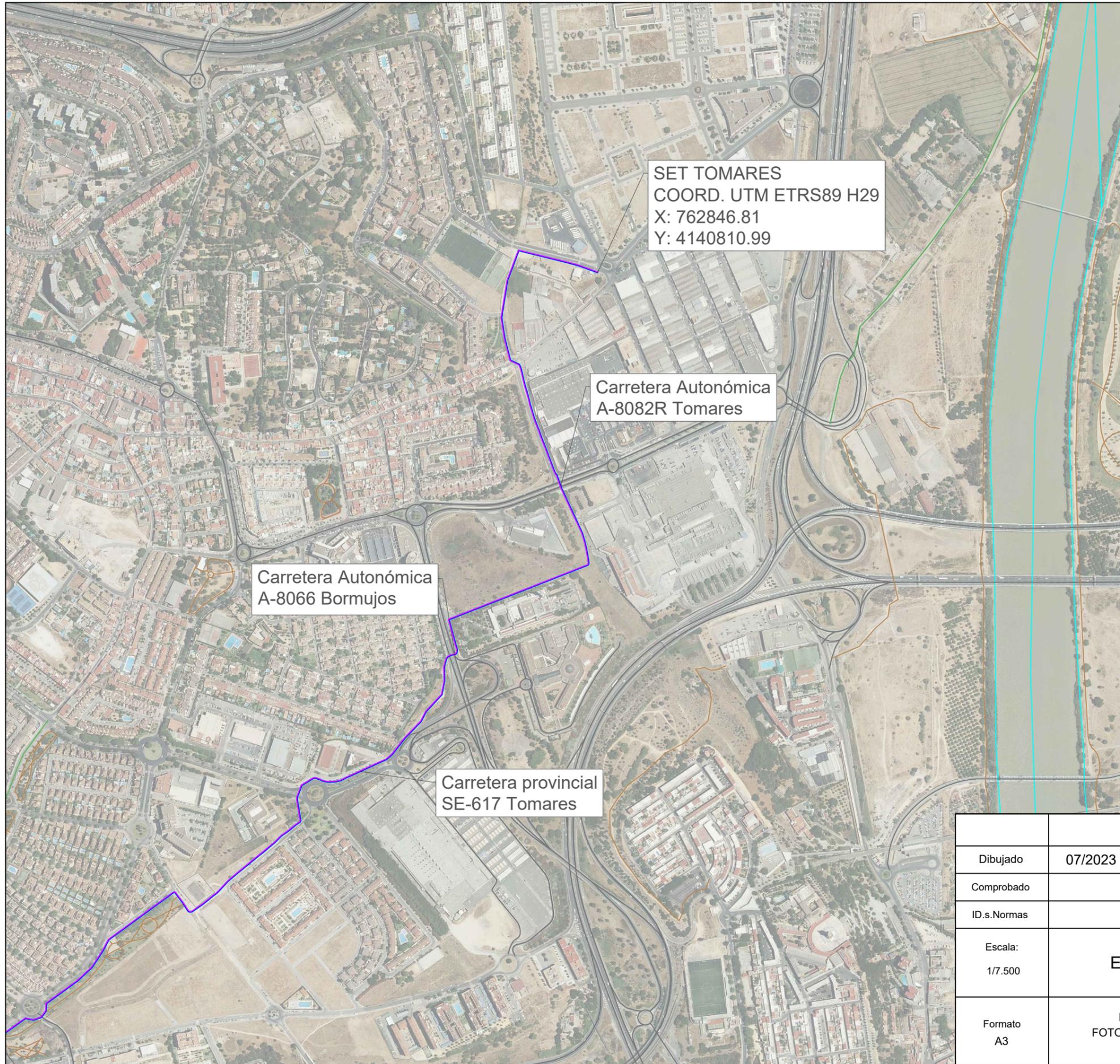
| | | | |
|-------------|---------|-----|-----------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 17 DE 18 |
| Comprobado | | | |
| ID.s.Normas | | | |



| | |
|---|-------------------------------|
| Escala: 1/7.500 | EMPLAZAMIENTO TRAMO 15 |
| Formato A3 | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | |

Firma:

 SERGIO PAREDES GARCÍA
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM

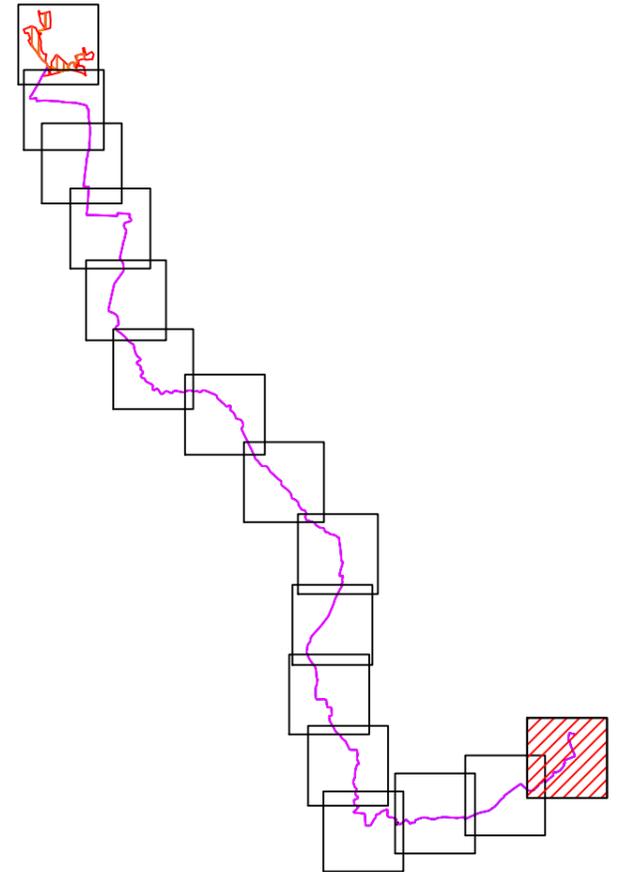


SET TOMARES
 COORD. UTM ETRS89 H29
 X: 762846.81
 Y: 4140810.99

Carretera Autónoma
 A-8082R Tomares

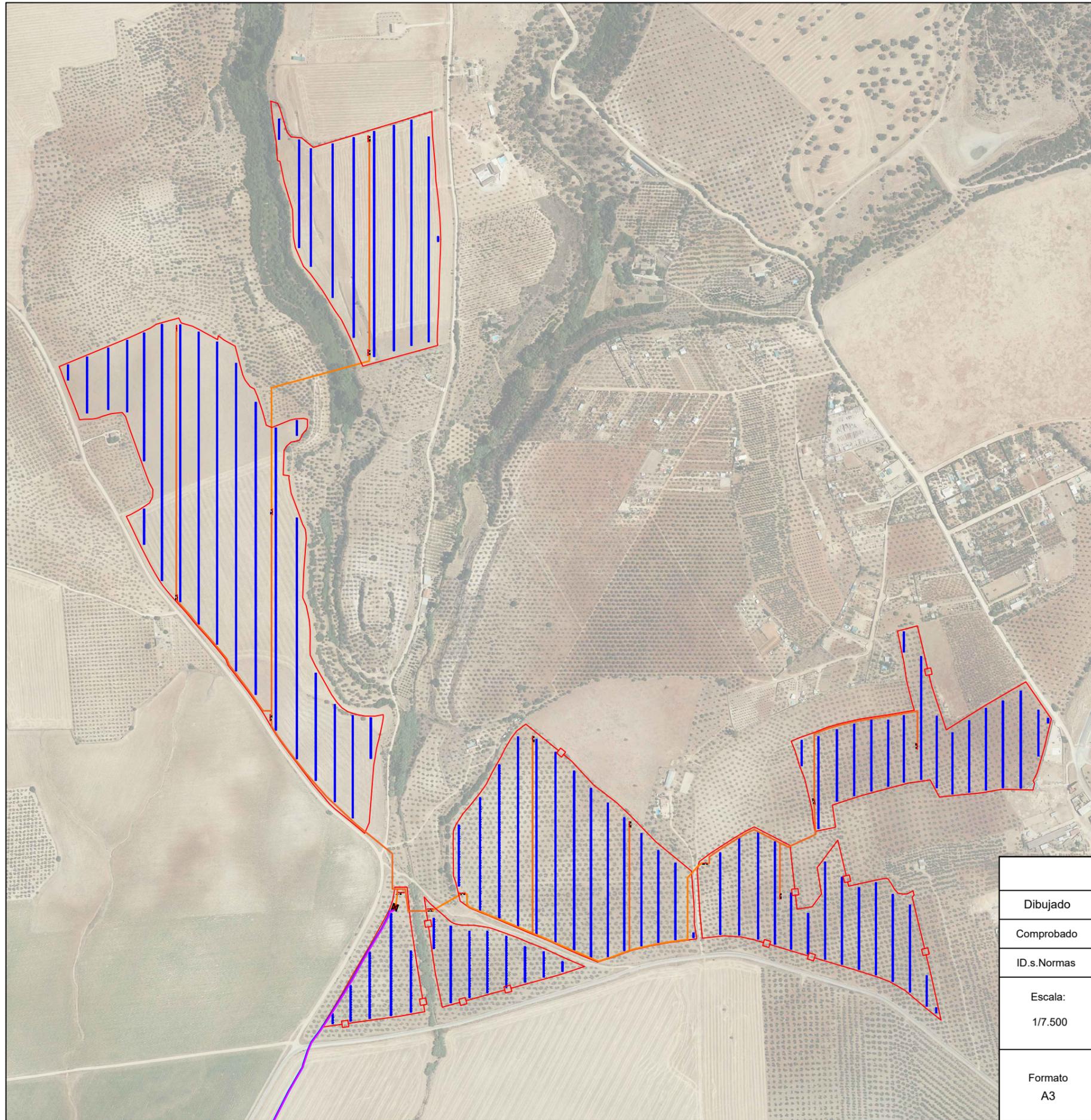
Carretera Autónoma
 A-8066 Bormujos

Carretera provincial
 SE-617 Tomares



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

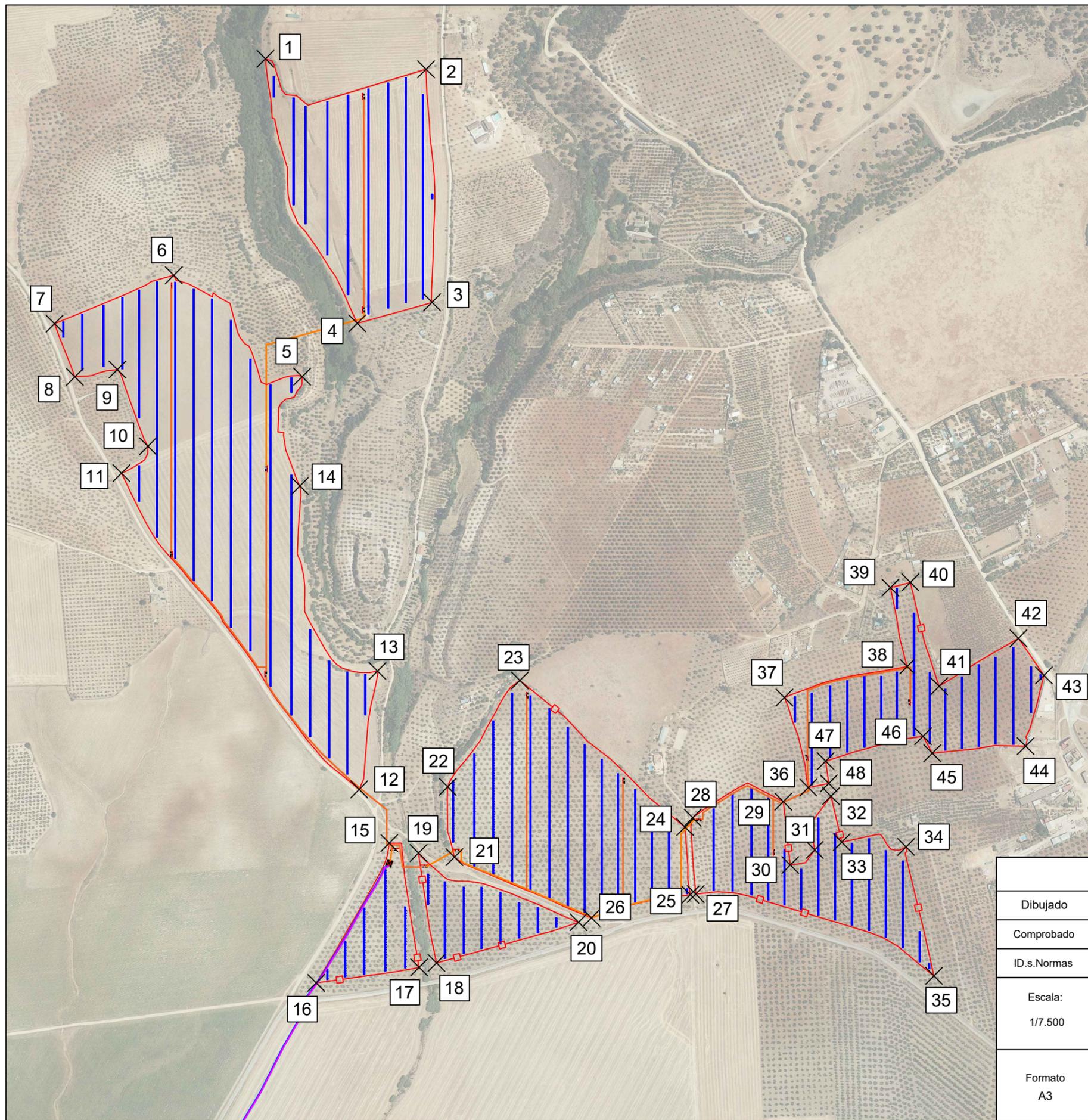
| | | | | |
|--------------------|---|-----|-----------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-02 HOJA 18 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: 1/7.500 | EMPLAZAMIENTO TRAMO 16 | | | Firma: |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



| P.F. LEÓN | |
|------------------------|---|
| TERMINO MUNICIPAL | GERENA |
| POLÍGONO | 2 12 |
| PARCELA | 138, 124, 20 20, 19, 18, 16, 17, 8 |
| SUPERFICIE APROVECHADA | 58 Ha |
| POTENCIA PICO | 31,04 MWp |
| POTENCIA NOMINAL | 30 MW |
| MODULOS | 56.432 |
| MODELO | TSM-550DEG19C.20 de 550 Wp |
| STRING | 16 paneles por string 3527 string en total |
| SEGUIDORES | HORIZONTAL EJE N-S |
| ÁNGULO | ± 55º |
| Nº SEGUIDORES | 3.527 |
| POWERSTATION | 15 Unidades |
| TRANSFORMADOR | 2 MVA |
| MODELO INVERSOR | Siemens Sinvert PVS2000 de 2000kW |

| LEYENDA | |
|---------|---------------------|
| | VALLADO |
| | ZANJA MEDIA TENSION |
| | SEGUIDOR |
| | TRANSFORMADOR |
| | CELDAS BAJA TENSION |
| | INVERSOR |
| | PUNTOS |

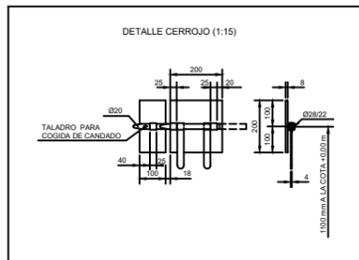
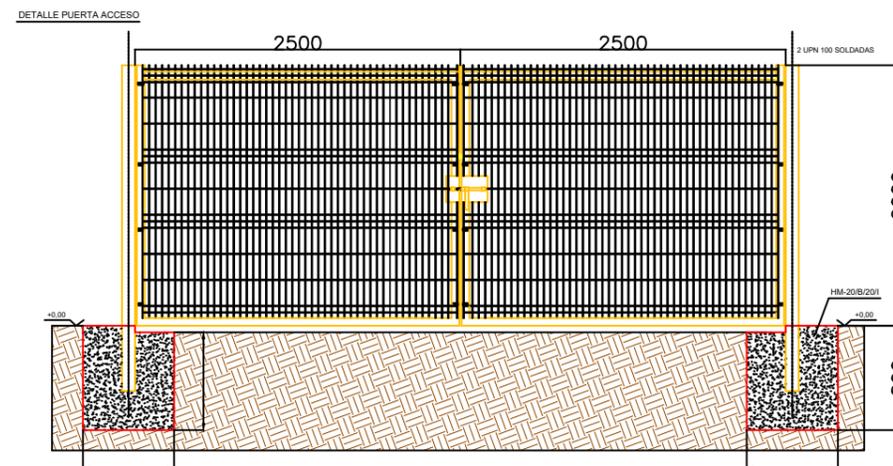
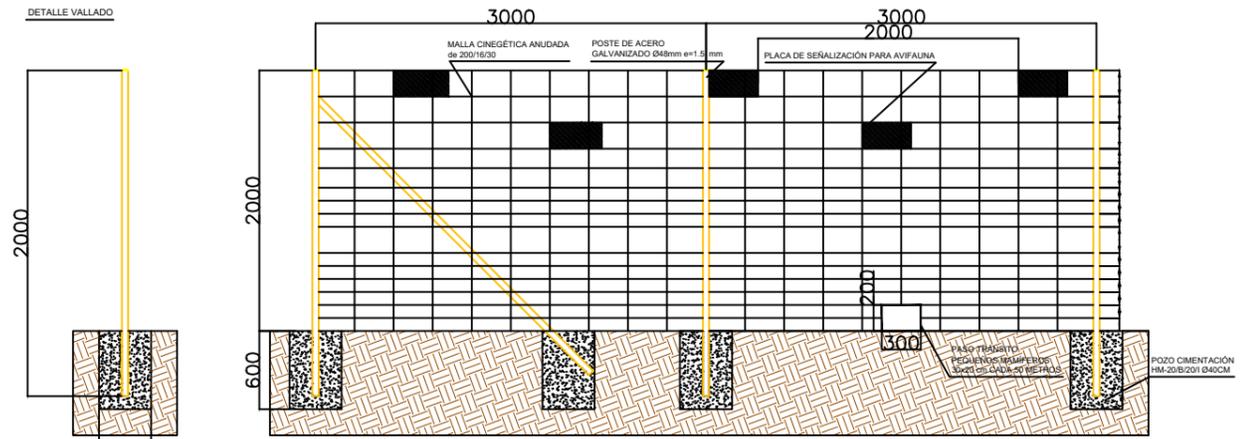
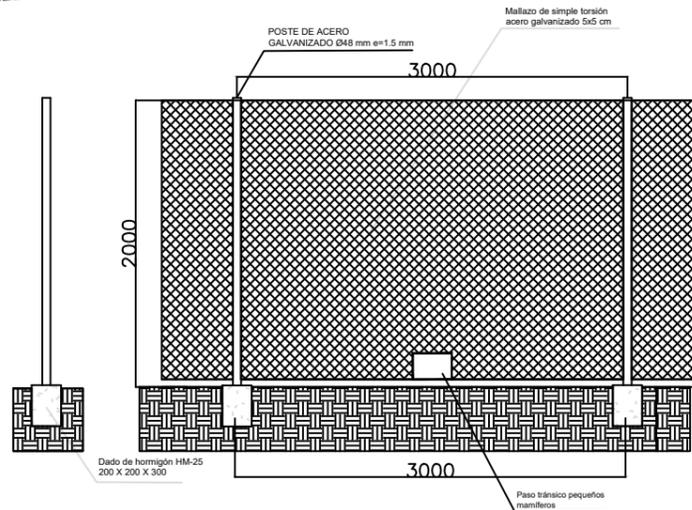
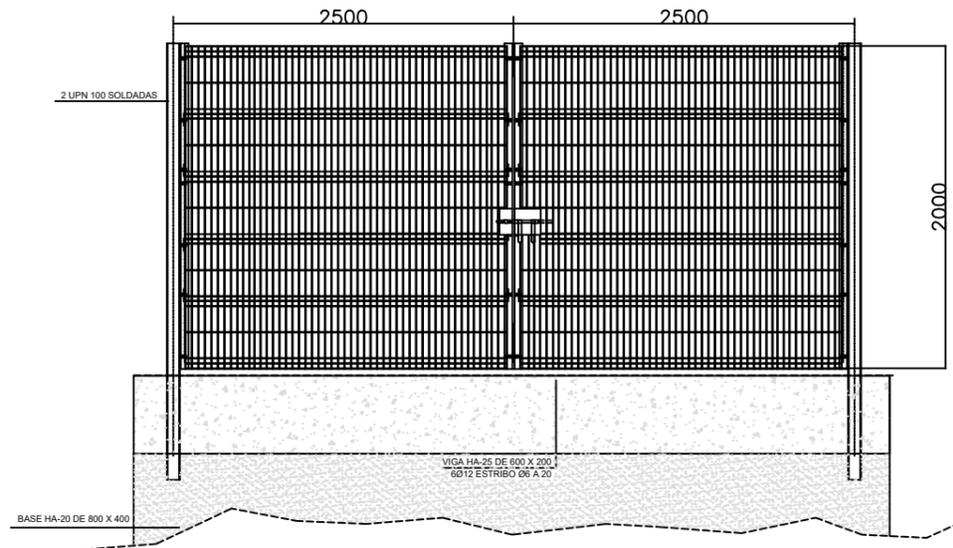
| | | | | |
|-------------|--|-----|---------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-03 HOJA 1 DE 4 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | 1/7.500 | | | Firma: |
| Formato | A3 | | | |
| | IMPLANTACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | |
| | | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| COORD. VALLADO | | | COORD. VALLADO | | |
|----------------|-----------|------------|----------------|-----------|------------|
| UTM ETRS89 H29 | | | UTM ETRS89 H29 | | |
| Punto | X | Y | Punto | X | Y |
| 1 | 749328.91 | 4159018.19 | 25 | 750085.97 | 4157530.30 |
| 2 | 749615.15 | 4158999.59 | 26 | 749909.96 | 4157489.11 |
| 3 | 749625.83 | 4158584.33 | 27 | 750095.60 | 4157531.49 |
| 4 | 749492.51 | 4158547.29 | 28 | 750090.21 | 4157667.30 |
| 5 | 749394.23 | 4158452.49 | 29 | 750251.54 | 4157696.16 |
| 6 | 749165.55 | 4158632.88 | 30 | 750264.00 | 4157583.09 |
| 7 | 748953.10 | 4158546.62 | 31 | 750307.55 | 4157610.07 |
| 8 | 748989.32 | 4158452.07 | 32 | 750336.69 | 4157705.64 |
| 9 | 749065.05 | 4158465.05 | 33 | 750355.84 | 4157623.86 |
| 10 | 749119.58 | 4158328.43 | 34 | 750470.28 | 4157615.49 |
| 11 | 749072.42 | 4158280.58 | 35 | 750520.17 | 4157385.91 |
| 12 | 749495.92 | 4157717.69 | 36 | 750296.20 | 4157721.05 |
| 13 | 749528.59 | 4157928.47 | 37 | 75023.68 | 4157881.32 |
| 14 | 749390.36 | 4158257.86 | 38 | 750472.46 | 4157936.49 |
| 15 | 749549.55 | 4157622.14 | 39 | 750442.58 | 4158076.84 |
| 16 | 749419.37 | 4157373.45 | 40 | 75048.11 | 4158086.30 |
| 17 | 749602.71 | 4157400.99 | 41 | 750529.36 | 4157901.35 |
| 18 | 749633.75 | 4157408.85 | 42 | 750670.70 | 4157986.67 |
| 19 | 749601.70 | 4157604.63 | 43 | 750716.04 | 4157920.70 |
| 20 | 749886.74 | 4157481.34 | 44 | 750683.55 | 4157794.70 |
| 21 | 749665.78 | 4157597.24 | 45 | 750517.15 | 4157782.14 |
| 22 | 749653.60 | 4157722.41 | 46 | 750500.74 | 4157812.41 |
| 23 | 749782.27 | 4157911.69 | 47 | 755948.75 | 4158856.56 |
| 24 | 750076.56 | 4157650.64 | 48 | 755954.30 | 4158816.91 |

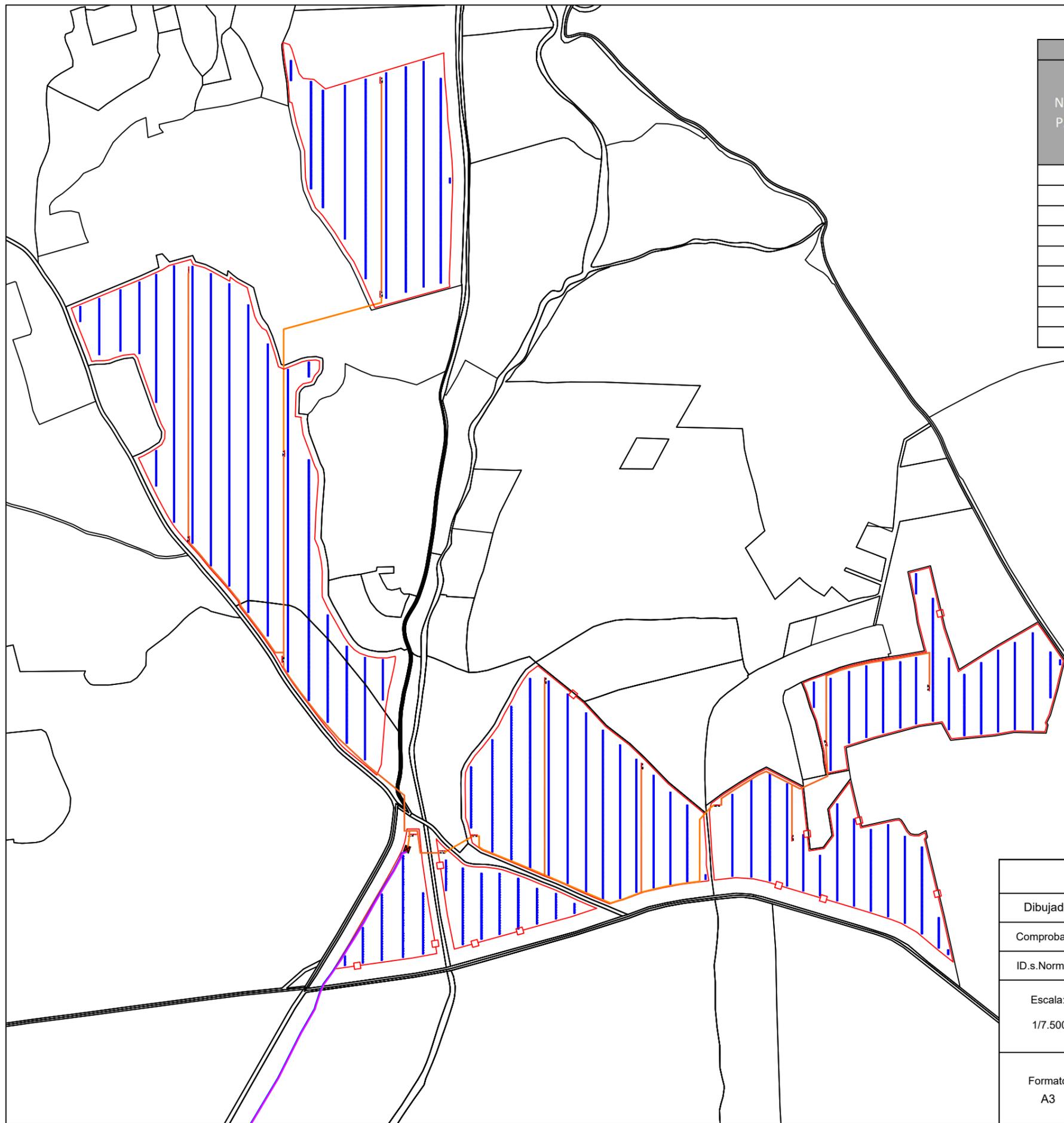
| LEYENDA | |
|---------|---------------------|
| | VALLADO |
| | ZANJA MEDIA TENSION |
| | SEGUIDOR |
| | TRANSFORMADOR |
| | CELDA BAJA TENSION |
| | INVERSOR |
| | PUNTOS |

| | | | | |
|-------------|--|-----|---------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-03 HOJA 2 DE 4 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | COORD. VALLADO | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



MALLA ELECTROSOLDADA MODELO PBH O SIMILAR DE 200 x 50 mm Y ALAMBRE DE 5 mm, GALVANIZADA EN CALIENTE SIN ACABADO DE POLIESTER. POSTES EN CHAPA DE ACERO SOLDADO DE 60 x 60 mm Y 1,5 mm DE ESPESOR GALVANIZADOS.

| | | | | |
|----------------|---|-----|-------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-03 |  |
| Comprobado | | | HOJA 3 DE 4 | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: S/E | VALLADO PERIMETRAL | | | Firma:  |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN-PARCELARIO | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO PARCELA | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 1 | Sevilla | Gerena | 2 | 138 | 41045A00200138 |
| 2 | Sevilla | Gerena | 2 | 124 | 41045A00200124 |
| 3 | Sevilla | Gerena | 2 | 20 | 41045A00200020 |
| 4 | Sevilla | Gerena | 12 | 20 | 41045A01200020 |
| 5 | Sevilla | Gerena | 12 | 19 | 41045A01200019 |
| 6 | Sevilla | Gerena | 12 | 18 | 41045A01200018 |
| 7 | Sevilla | Gerena | 12 | 16 | 41045A01200016 |
| 8 | Sevilla | Gerena | 12 | 17 | 41045A01200017 |
| 9 | Sevilla | Gerena | 12 | 8 | 41045A01200008 |

| | | | | |
|-------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-03 HOJA 4 DE 4 |  |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | CATASTRO | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | |  |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |

SET
TOMARES

V = 66 kV

Línea Subterránea

RH5Z1 66 kV 1x(3x400 mm²) Al
V= 66 kV
Long. eq: 6,29 Km

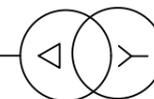
Subestación
Elevadora 30/66 kV

Línea Subterránea

18/30 kV 2x(3x630 mm²) Al
V= 30 kV
Long. eq: 29,23 Km

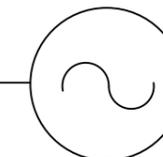
15 Estaciones de Media
Tensión

Centro de
transformación
equivalente



Conexión Delta-Estrella aterrizada,
Tensión de operación: 30/0,288 kV.
Z_{Teq}= 6%
MVA_{Teq}= 2 MVA

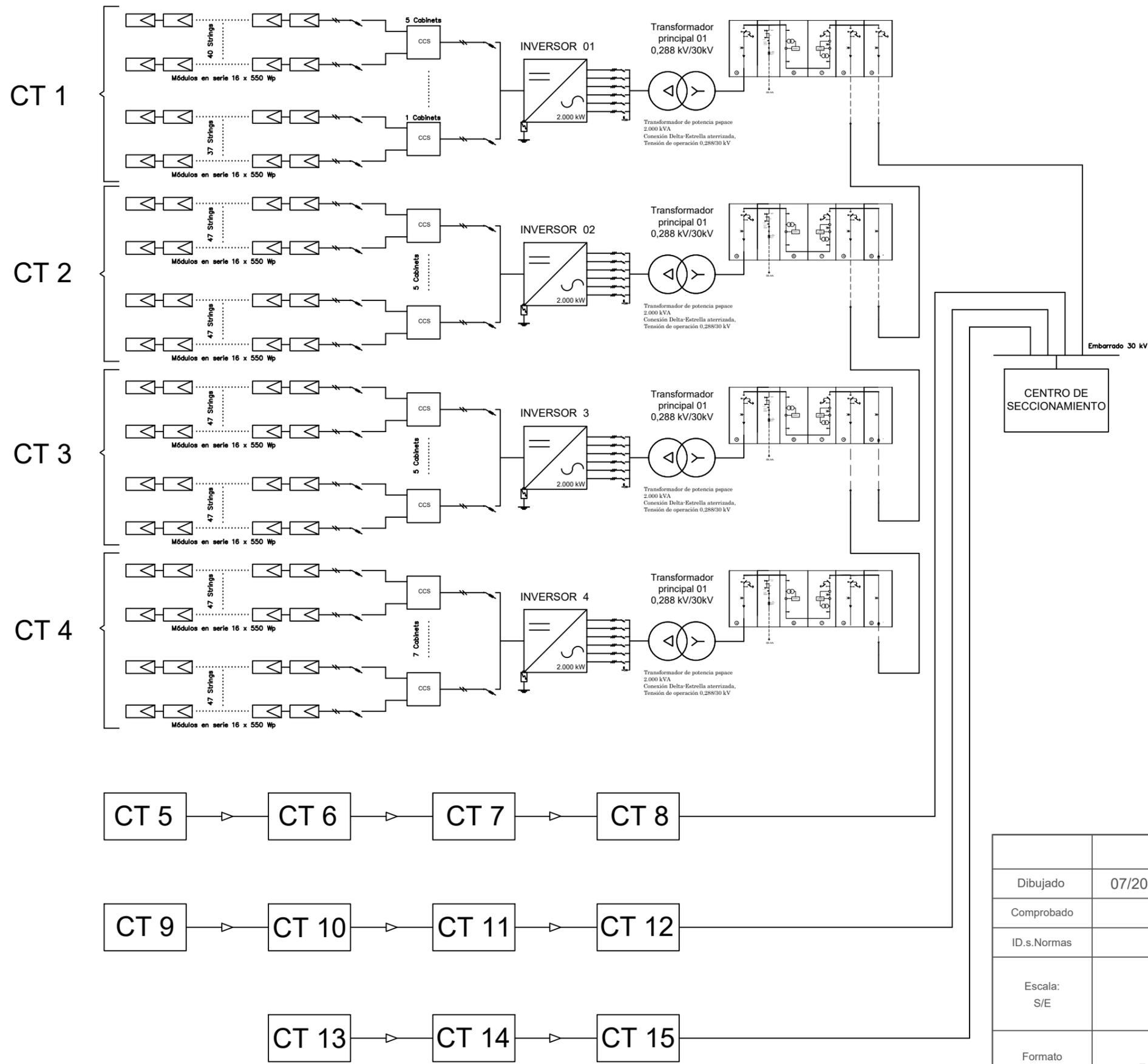
Sistema generador
fotovoltaico equivalente



Nº Inversores: 15
Capacidad por Temperatura
P = 2.000 kW
T^oC=25^oC
V=288 V

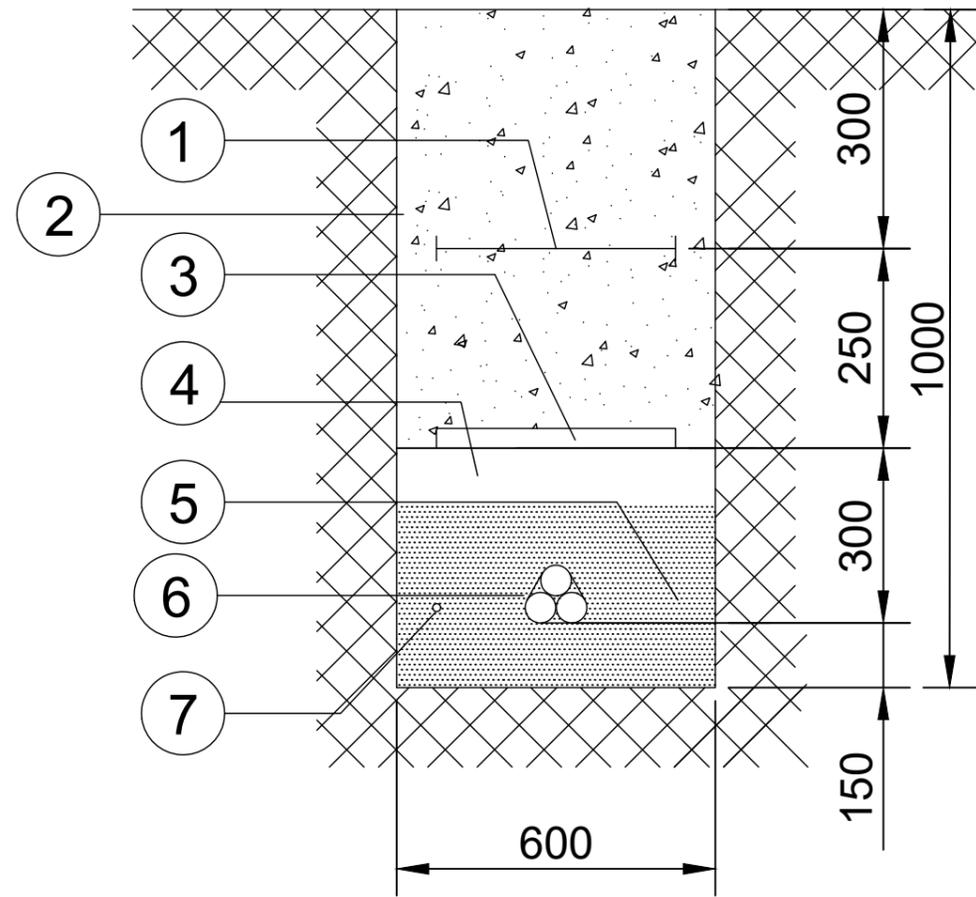
RZ1-K 0.6 / 1,5 kV Cu

| | | | | |
|----------------|---|-----|---------------------|---|
| | | | P-04 HOJA 1 DE 2 |  |
| Dibujado | 07/2023 | SPG | | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: S/E | ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO | | | Firma:  |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| | | | | |
|----------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-04 HOJA 2 DE 2 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: S/E | ESQUEMA UNIFILAR GENERAL | | | Firma: |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

ZANJA TIPO A1
CIRCUITO M.T.



| | |
|-----|-----------------------------------|
| 1 | MALLA SEÑALIZACIÓN |
| *2 | TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN |
| 3 | PLACA PLÁSTICA TESTIGO |
| 4 | ARENA DE RÍO, INERTE, COMPACTADA |
| 5 | CABLE FIBRA ÓPTICA |
| **6 | LÍNEA DE M.T. CABLES UNIPOLARES |
| 7 | CABLE DE ENLACE PARA TIERRA |

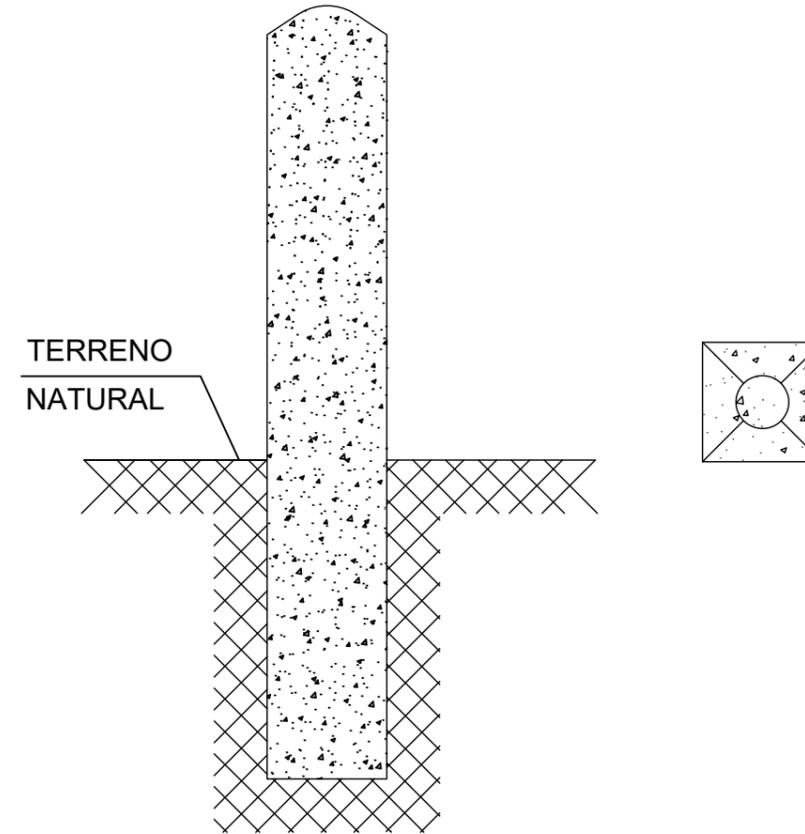
* La posición 2 se compactará mecánicamente por tongadas de un espesor máximo de 0,3m

** El tendido de los cables unipolares formará un trébol, sujeto con cinta de PVC cada 1,5m

HITO DE SEÑALIZACIÓN

ALZADO

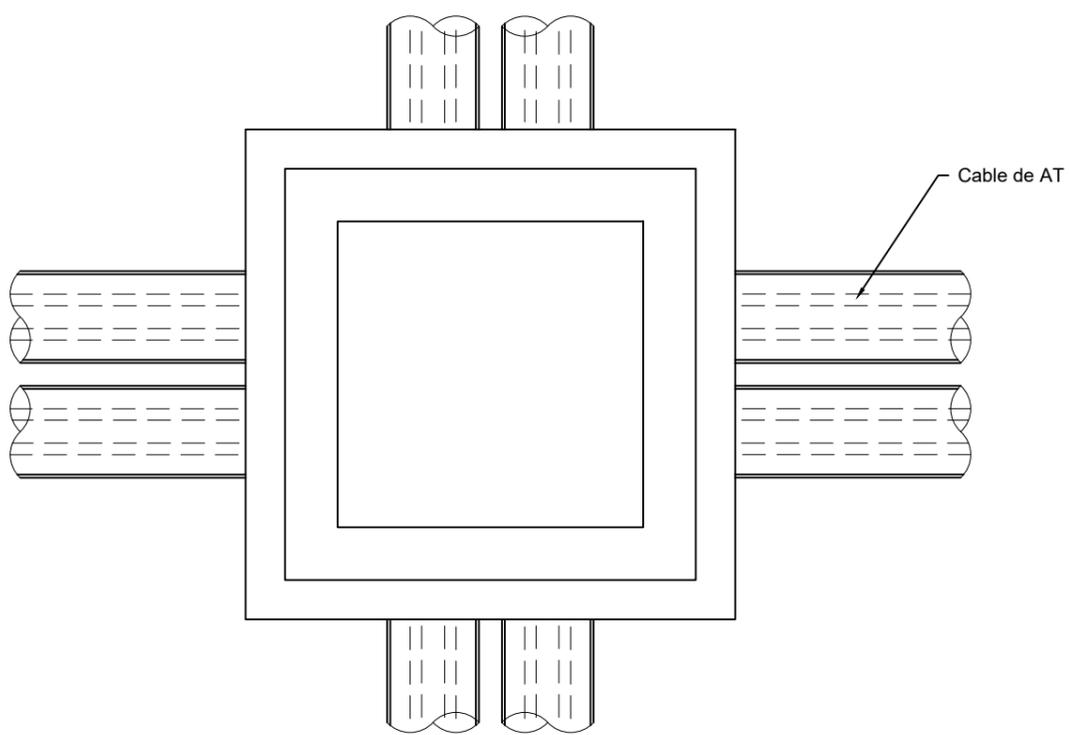
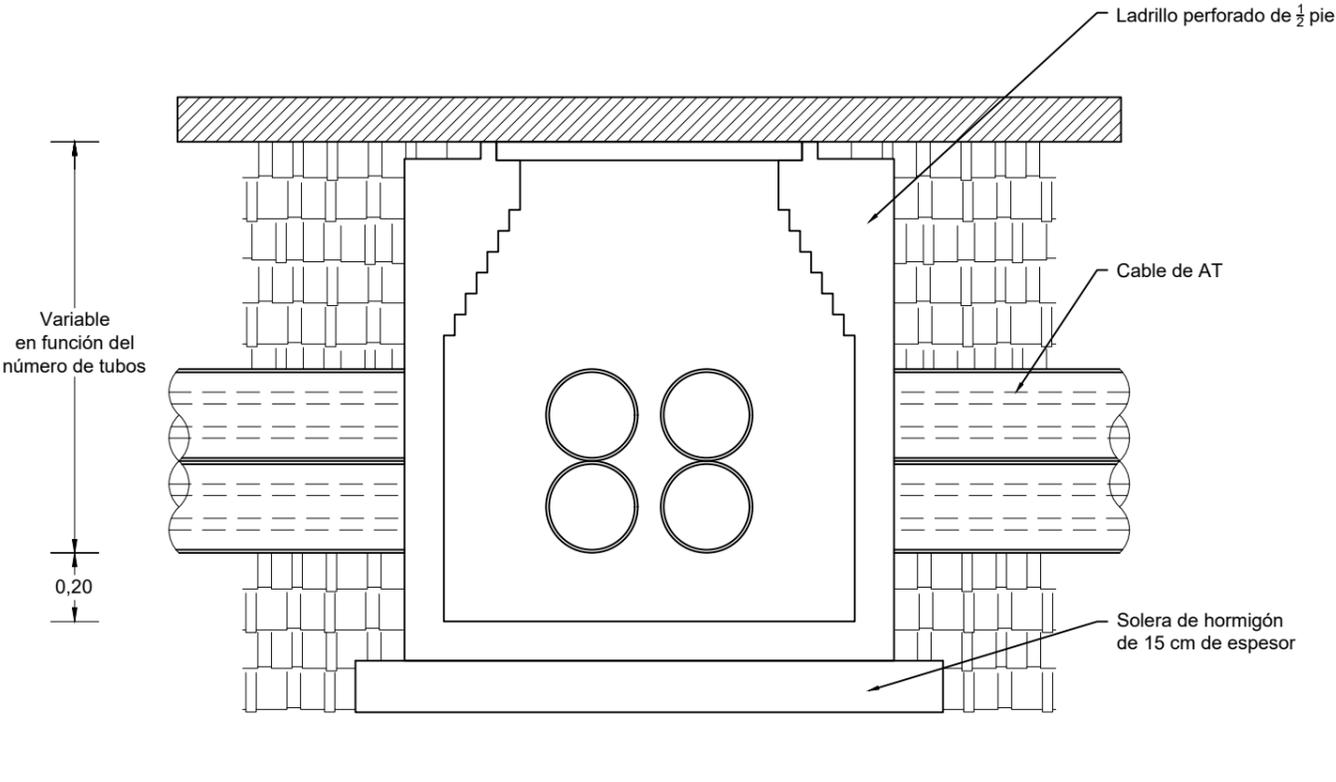
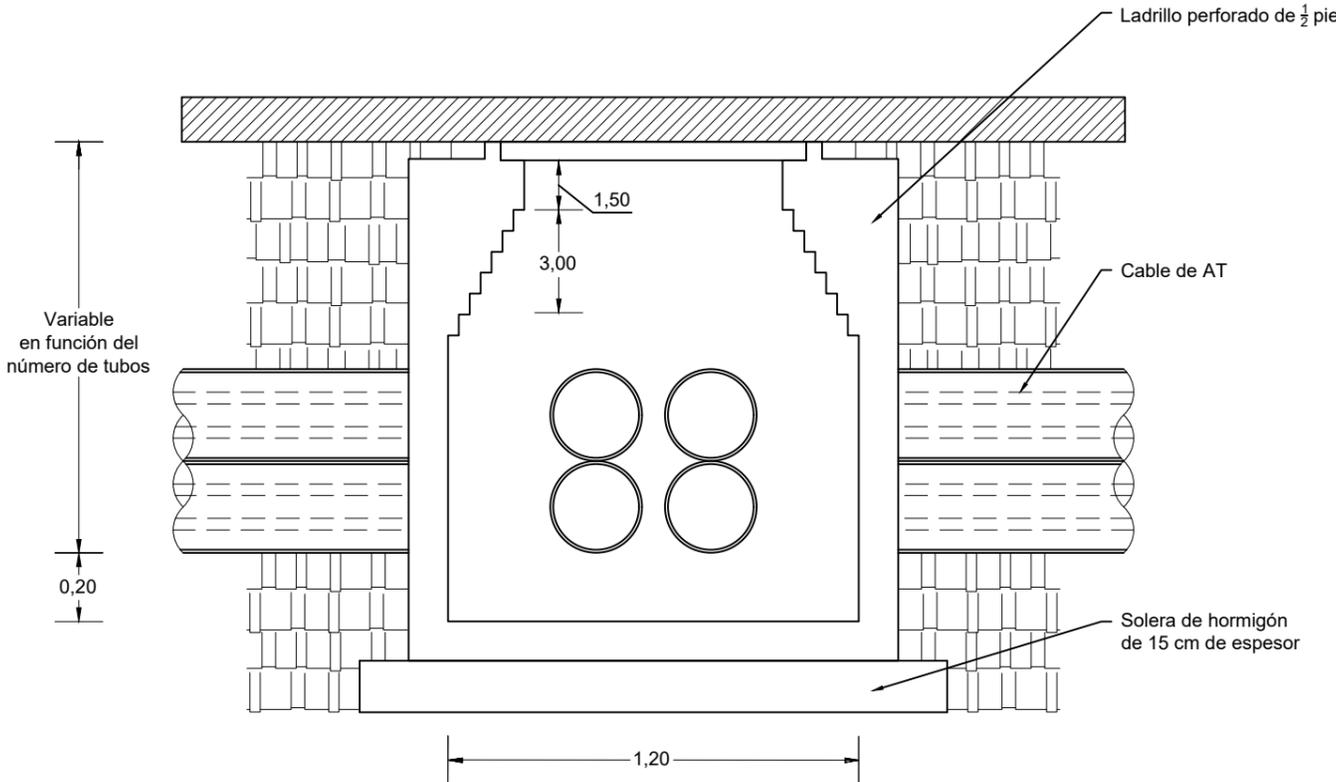
PLANTA



LOS HITOS IRÁN SITUADOS CADA 50 m Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LAS ZANJAS

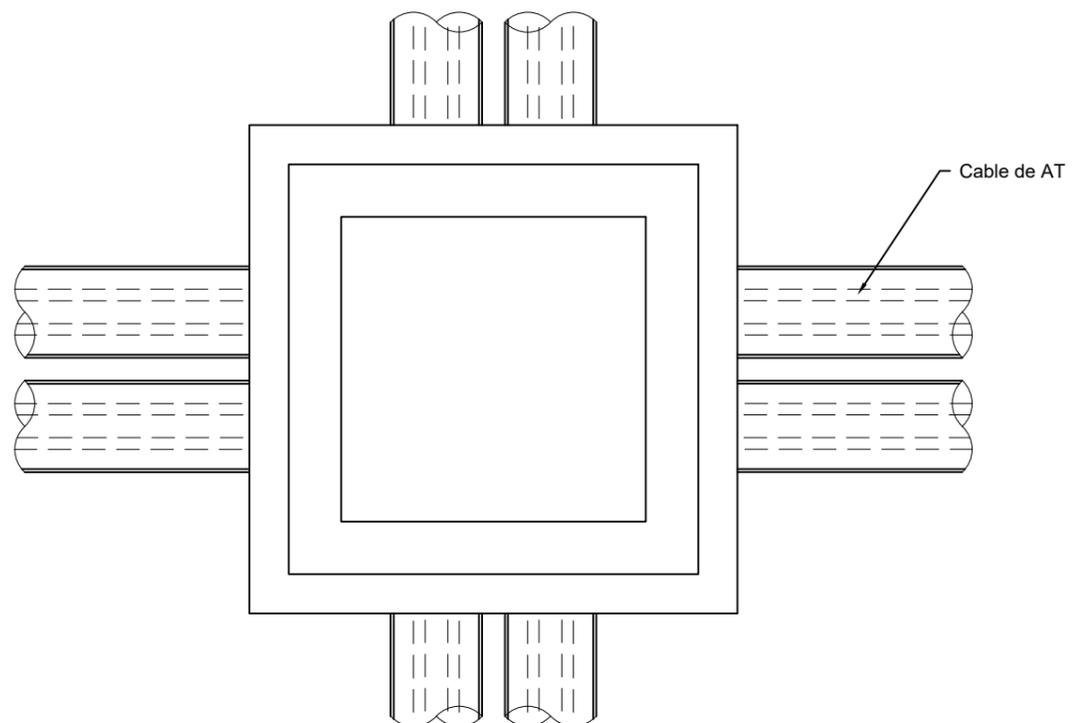
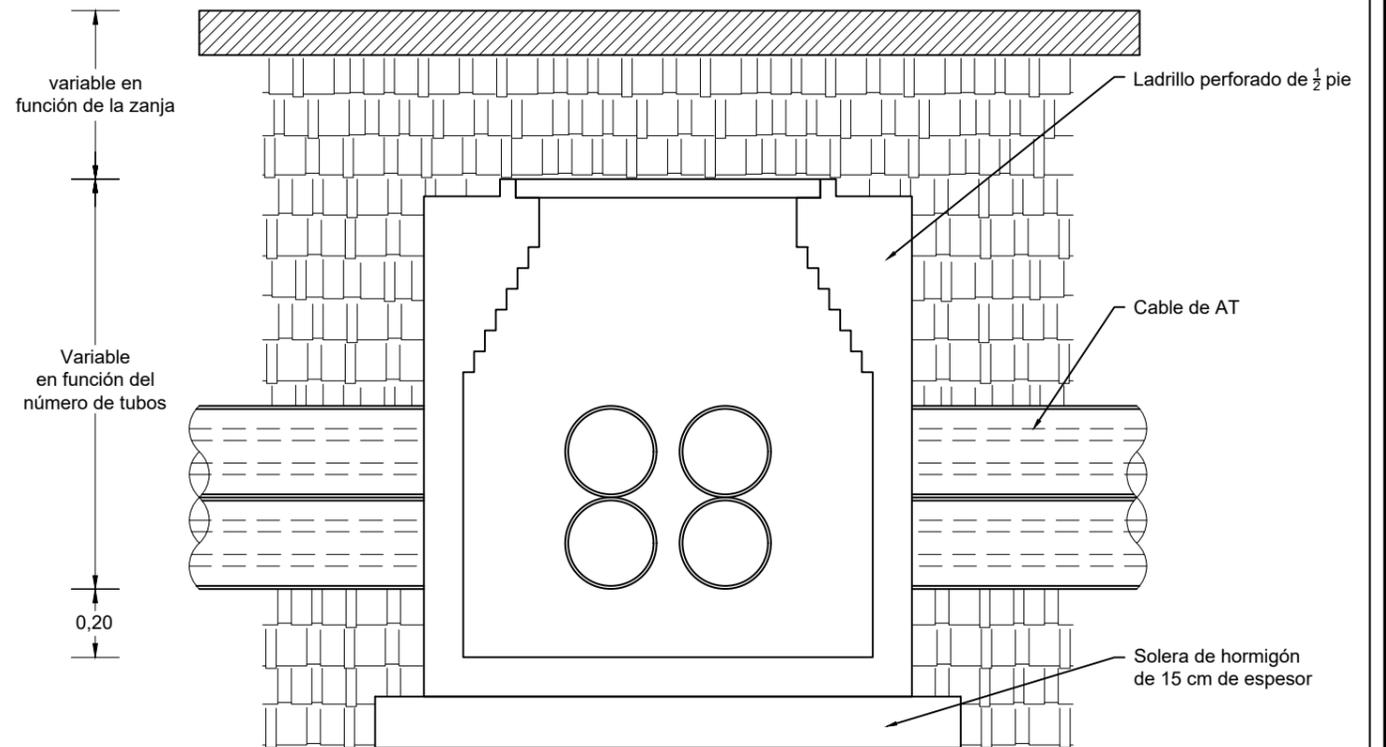
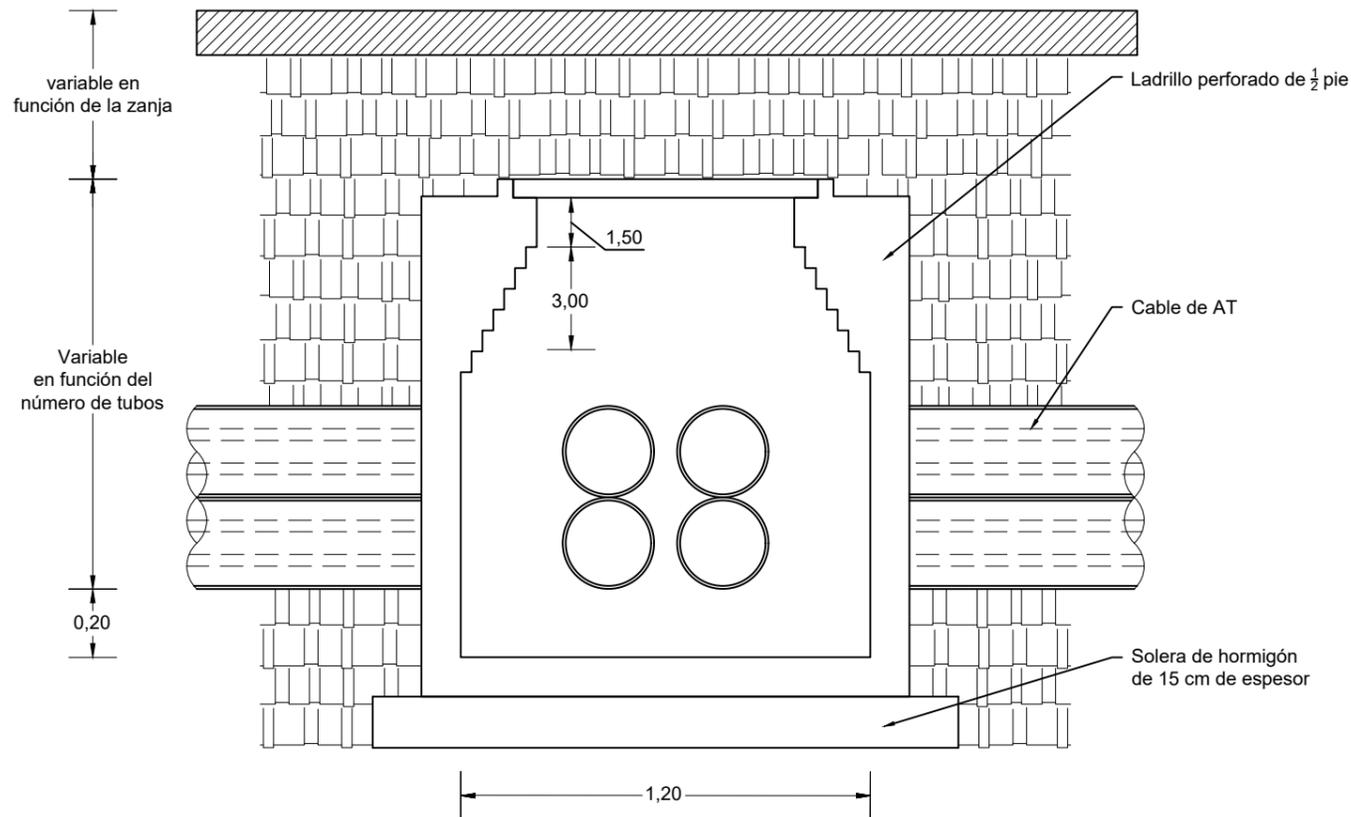
| | | | | |
|----------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-05 HOJA 1 DE 3 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: S/E | DETALLE DE ZANJAS | | | Firma: |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

ARQUETA REGISTRABLE

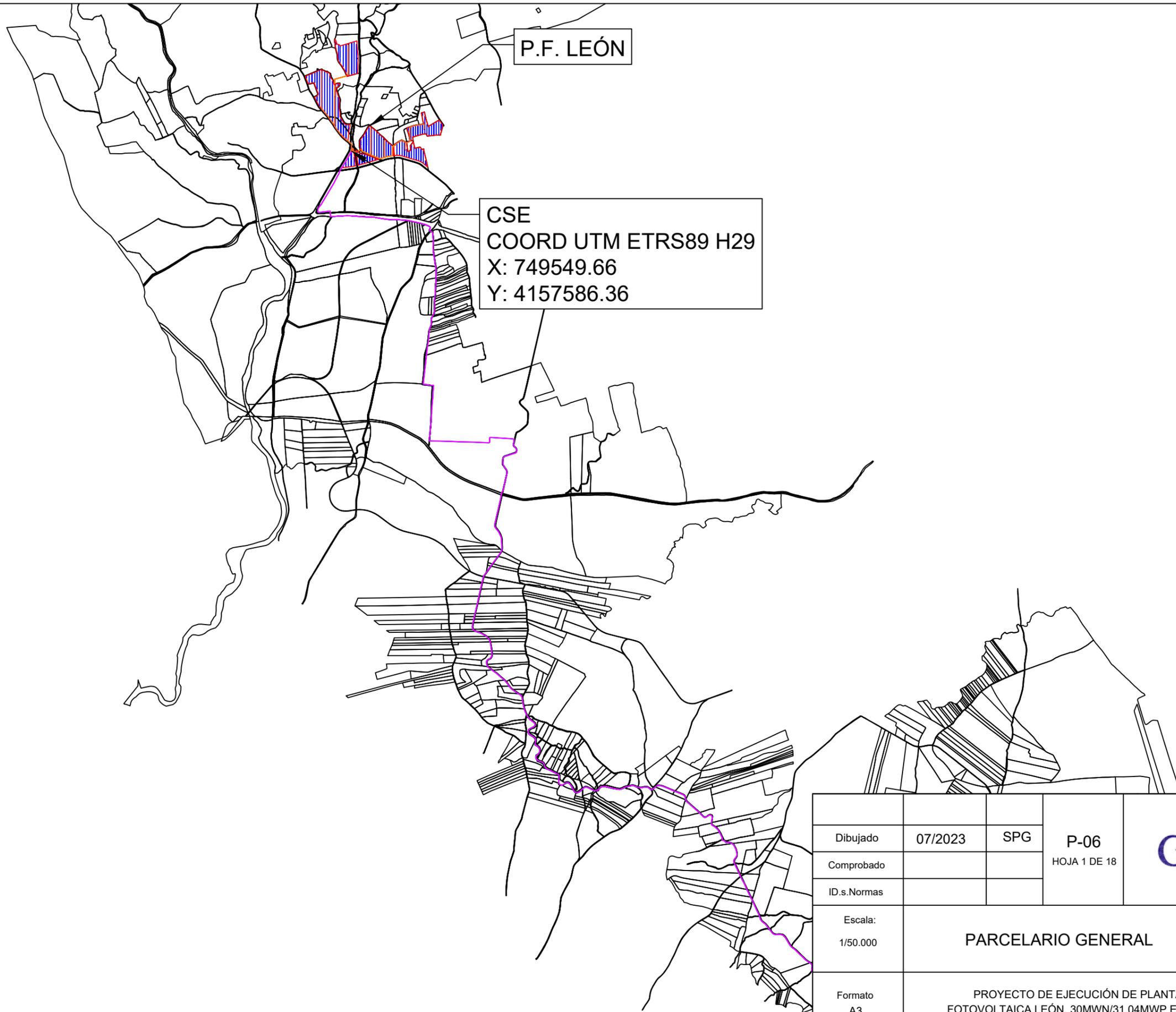


| | | | | |
|-------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-05 HOJA 2 DE 3 |  |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | DETALLE DE ARQUETAS | | | Firma: |
| S/E | | | |  |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

ARQUETA CIEGA



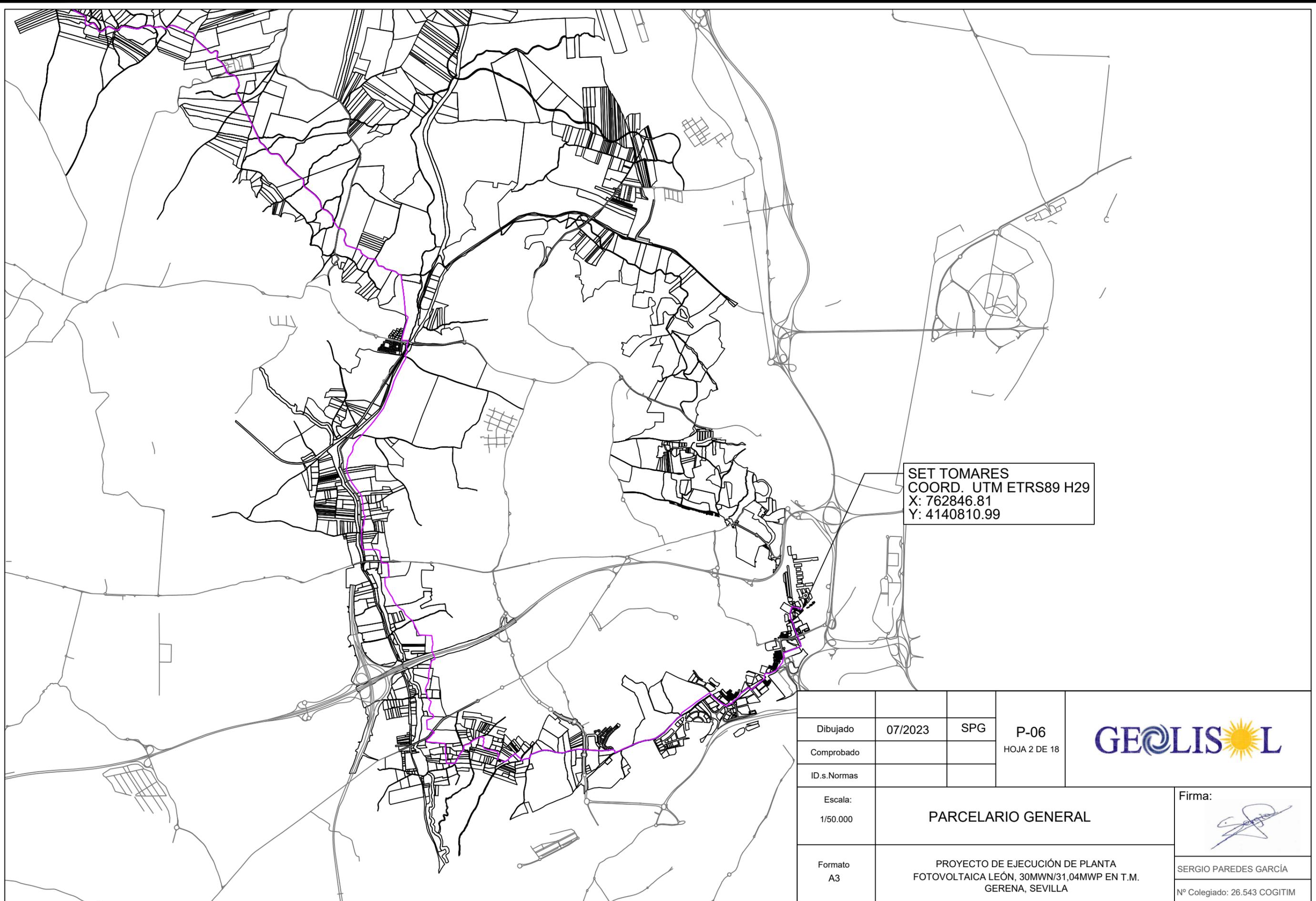
| | | | | |
|-------------|---|-----|-------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-05 |  |
| Comprobado | | | HOJA 3 DE 3 | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | DETALLE DE ARQUETAS | | | Firma: |
| 1/20 | | | |  |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



P.F. LEÓN

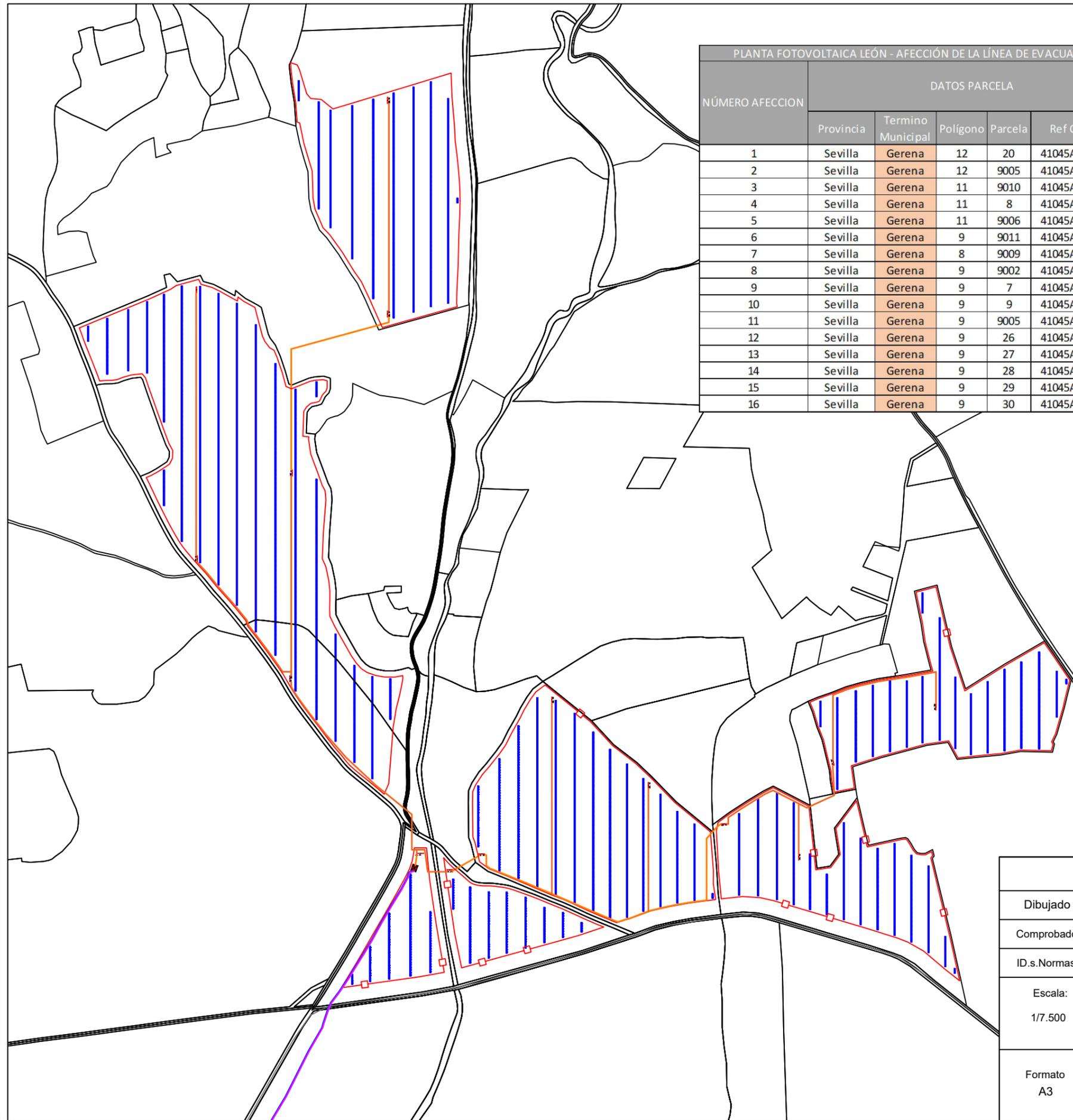
CSE
 COORD UTM ETRS89 H29
 X: 749549.66
 Y: 4157586.36

| | | | | |
|---------------------|---|-----|--------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 |  |
| Comprobado | | | HOJA 1 DE 18 | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: 1/50.000 | PARCELARIO GENERAL | | | Firma:  |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |

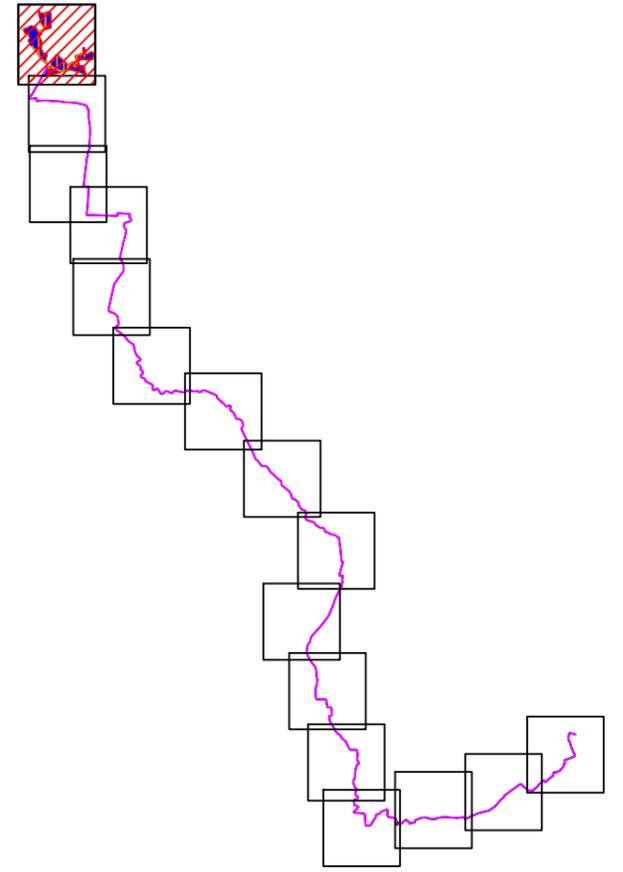


SET TOMARES
 COORD. UTM ETRS89 H29
 X: 762846.81
 Y: 4140810.99

| | | | | |
|-------------|--|-----|--------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 |  |
| Comprobado | | | HOJA 2 DE 18 | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO GENERAL | | | Firma: |
| 1/50.000 | | | |  |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

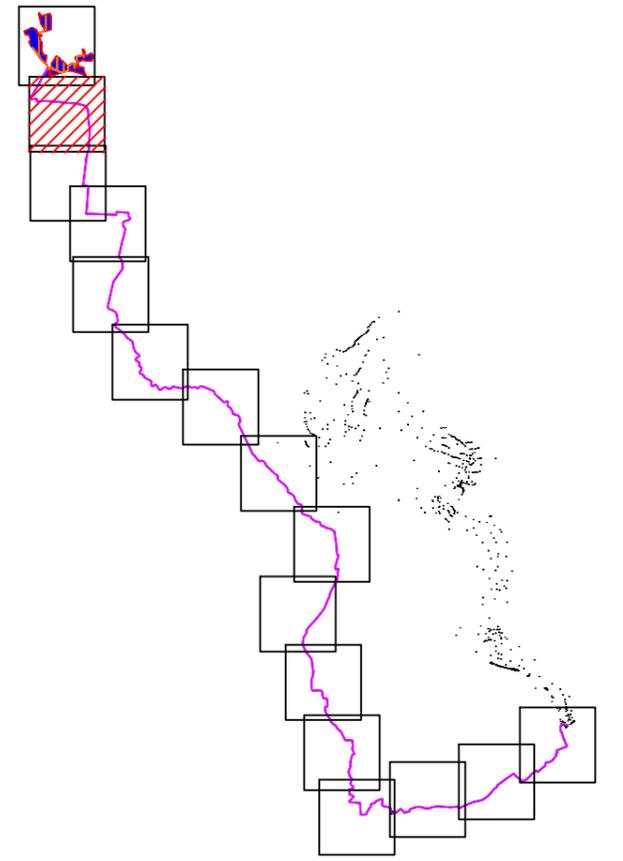
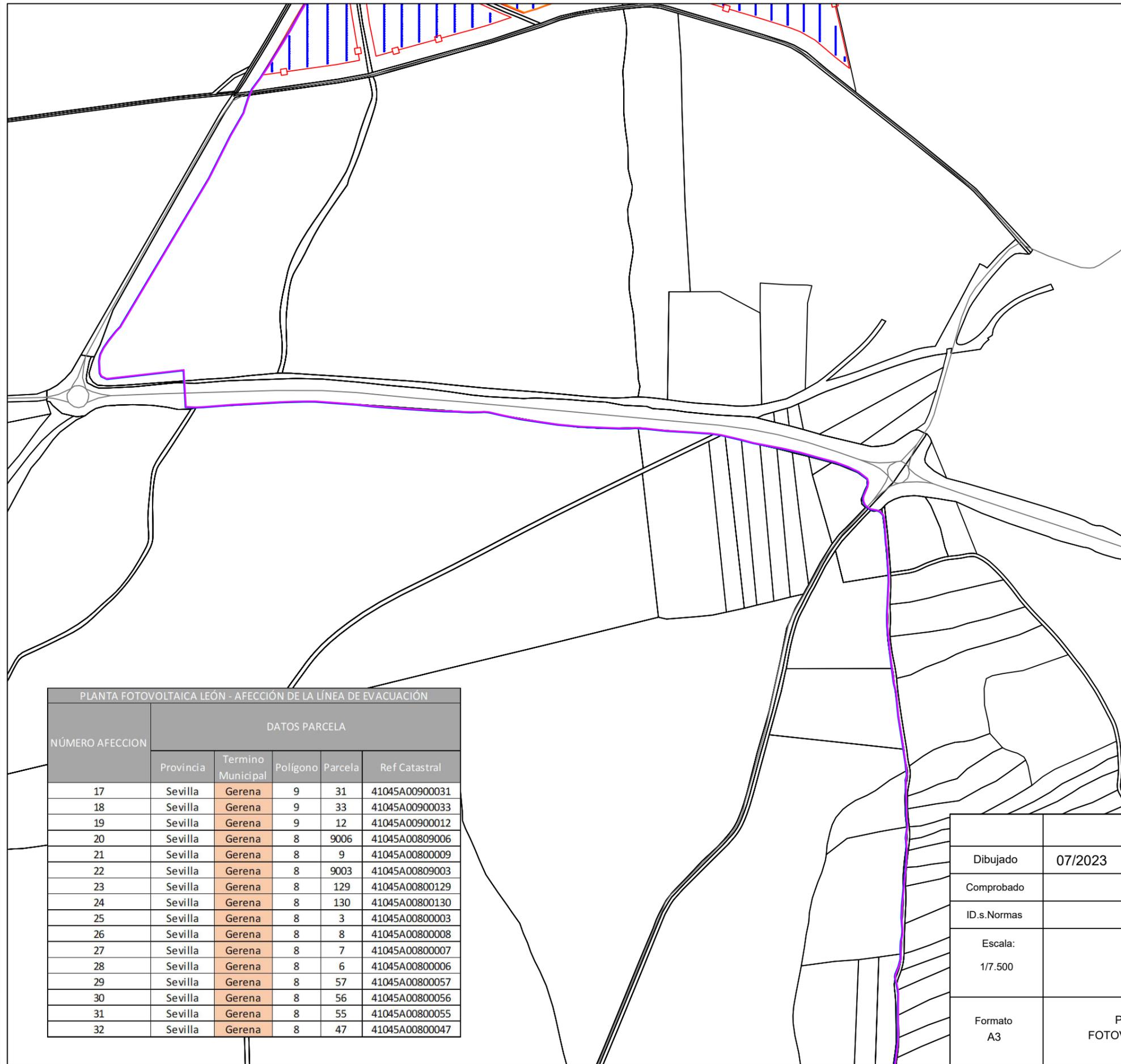


| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCIÓN | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 1 | Sevilla | Gerena | 12 | 20 | 41045A01200020 |
| 2 | Sevilla | Gerena | 12 | 9005 | 41045A01209005 |
| 3 | Sevilla | Gerena | 11 | 9010 | 41045A01109010 |
| 4 | Sevilla | Gerena | 11 | 8 | 41045A01100008 |
| 5 | Sevilla | Gerena | 11 | 9006 | 41045A01109006 |
| 6 | Sevilla | Gerena | 9 | 9011 | 41045A00909011 |
| 7 | Sevilla | Gerena | 8 | 9009 | 41045A00809009 |
| 8 | Sevilla | Gerena | 9 | 9002 | 41045A00909002 |
| 9 | Sevilla | Gerena | 9 | 7 | 41045A00900007 |
| 10 | Sevilla | Gerena | 9 | 9 | 41045A00900009 |
| 11 | Sevilla | Gerena | 9 | 9005 | 41045A00909005 |
| 12 | Sevilla | Gerena | 9 | 26 | 41045A00900026 |
| 13 | Sevilla | Gerena | 9 | 27 | 41045A00900027 |
| 14 | Sevilla | Gerena | 9 | 28 | 41045A00900028 |
| 15 | Sevilla | Gerena | 9 | 29 | 41045A00900029 |
| 16 | Sevilla | Gerena | 9 | 30 | 41045A00900030 |



| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

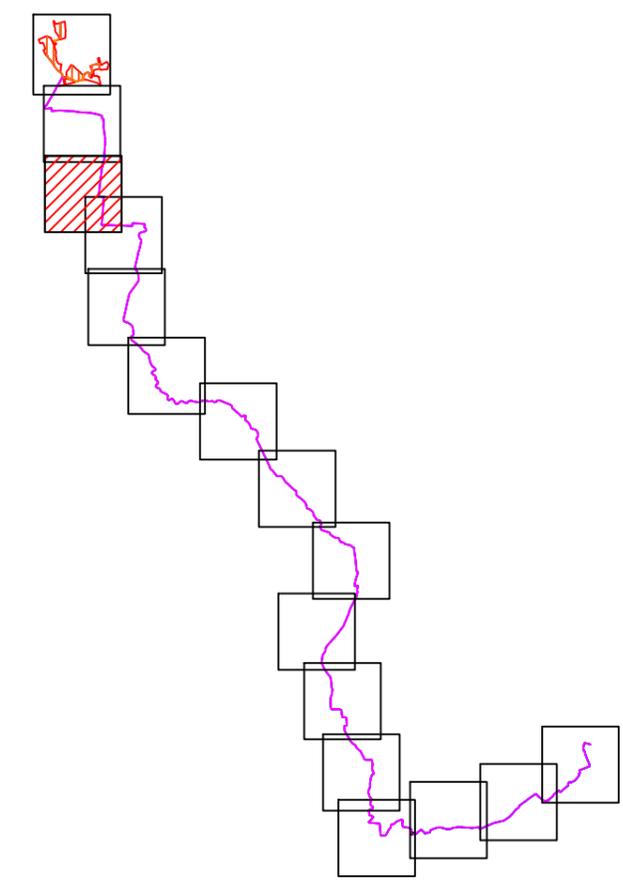
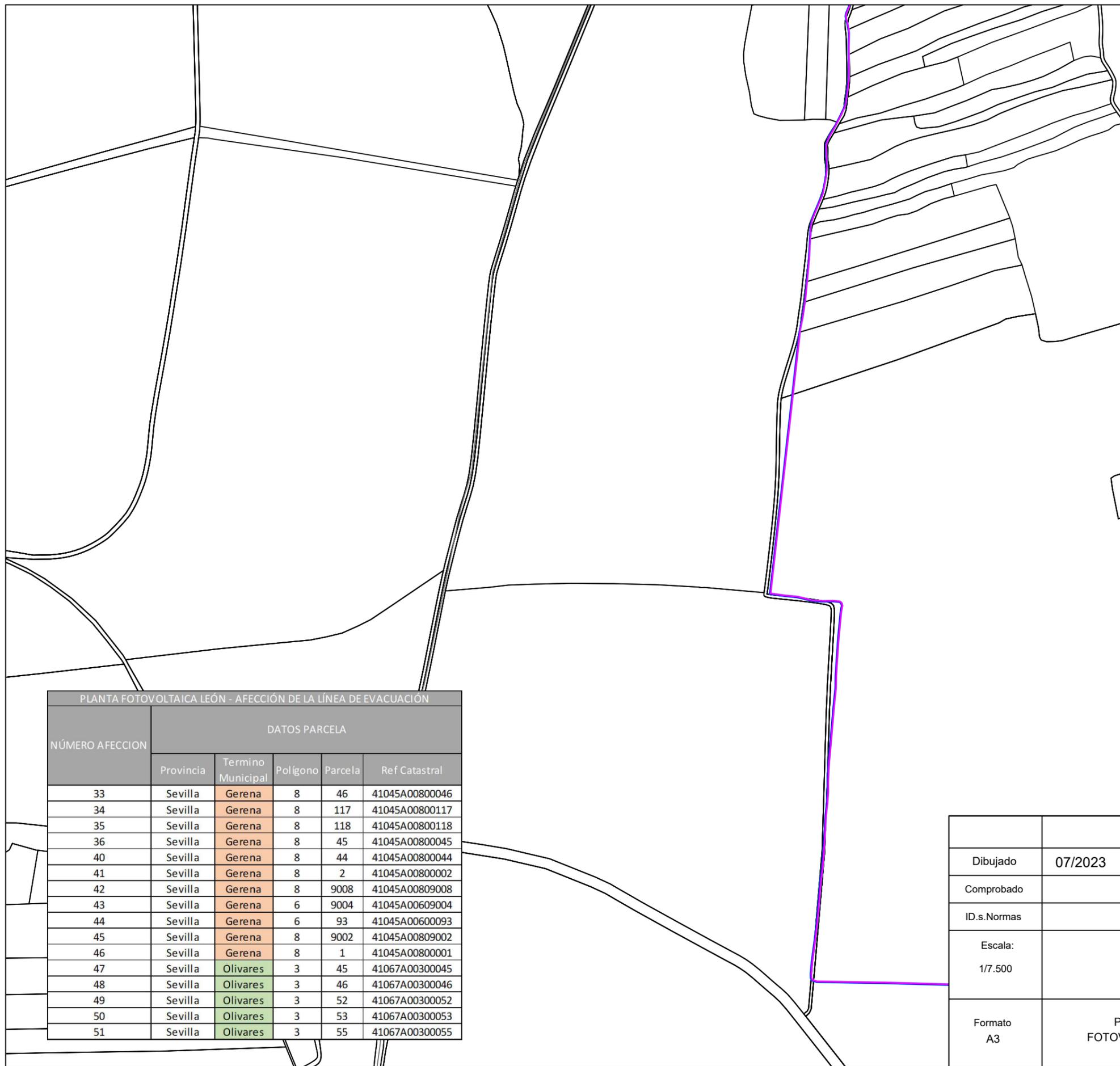
| | | | |
|---|---------|-----|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 3 DE 18 |
| Comprobado | | | |
| ID.s.Normas | | | |
| Escala: | 1/7.500 | | PARCELARIO TRAMO 1 FIRMA: |
| Formato | A3 | | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCIÓN | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 17 | Sevilla | Gerena | 9 | 31 | 41045A00900031 |
| 18 | Sevilla | Gerena | 9 | 33 | 41045A00900033 |
| 19 | Sevilla | Gerena | 9 | 12 | 41045A00900012 |
| 20 | Sevilla | Gerena | 8 | 9006 | 41045A00809006 |
| 21 | Sevilla | Gerena | 8 | 9 | 41045A00800009 |
| 22 | Sevilla | Gerena | 8 | 9003 | 41045A00809003 |
| 23 | Sevilla | Gerena | 8 | 129 | 41045A00800129 |
| 24 | Sevilla | Gerena | 8 | 130 | 41045A00800130 |
| 25 | Sevilla | Gerena | 8 | 3 | 41045A00800003 |
| 26 | Sevilla | Gerena | 8 | 8 | 41045A00800008 |
| 27 | Sevilla | Gerena | 8 | 7 | 41045A00800007 |
| 28 | Sevilla | Gerena | 8 | 6 | 41045A00800006 |
| 29 | Sevilla | Gerena | 8 | 57 | 41045A00800057 |
| 30 | Sevilla | Gerena | 8 | 56 | 41045A00800056 |
| 31 | Sevilla | Gerena | 8 | 55 | 41045A00800055 |
| 32 | Sevilla | Gerena | 8 | 47 | 41045A00800047 |

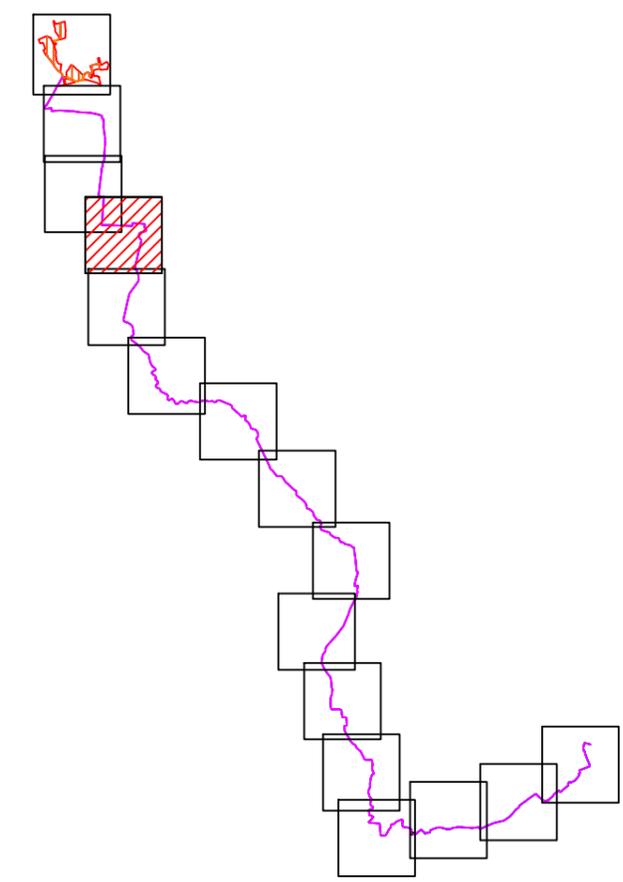
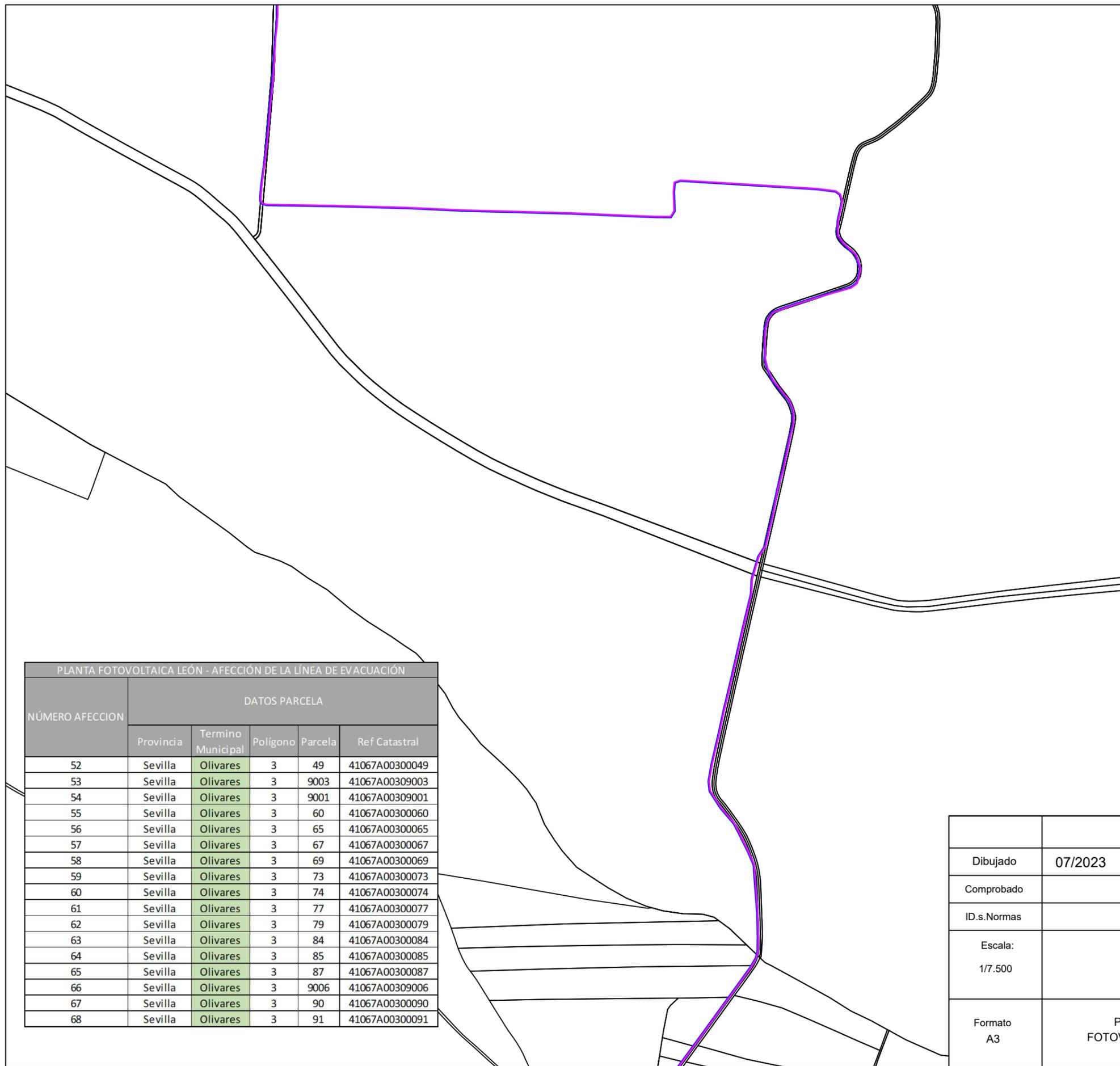
| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 4 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 2 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 33 | Sevilla | Gerena | 8 | 46 | 41045A00800046 |
| 34 | Sevilla | Gerena | 8 | 117 | 41045A00800117 |
| 35 | Sevilla | Gerena | 8 | 118 | 41045A00800118 |
| 36 | Sevilla | Gerena | 8 | 45 | 41045A00800045 |
| 40 | Sevilla | Gerena | 8 | 44 | 41045A00800044 |
| 41 | Sevilla | Gerena | 8 | 2 | 41045A00800002 |
| 42 | Sevilla | Gerena | 8 | 9008 | 41045A00809008 |
| 43 | Sevilla | Gerena | 6 | 9004 | 41045A00609004 |
| 44 | Sevilla | Gerena | 6 | 93 | 41045A00600093 |
| 45 | Sevilla | Gerena | 8 | 9002 | 41045A00809002 |
| 46 | Sevilla | Gerena | 8 | 1 | 41045A00800001 |
| 47 | Sevilla | Olivares | 3 | 45 | 41067A00300045 |
| 48 | Sevilla | Olivares | 3 | 46 | 41067A00300046 |
| 49 | Sevilla | Olivares | 3 | 52 | 41067A00300052 |
| 50 | Sevilla | Olivares | 3 | 53 | 41067A00300053 |
| 51 | Sevilla | Olivares | 3 | 55 | 41067A00300055 |

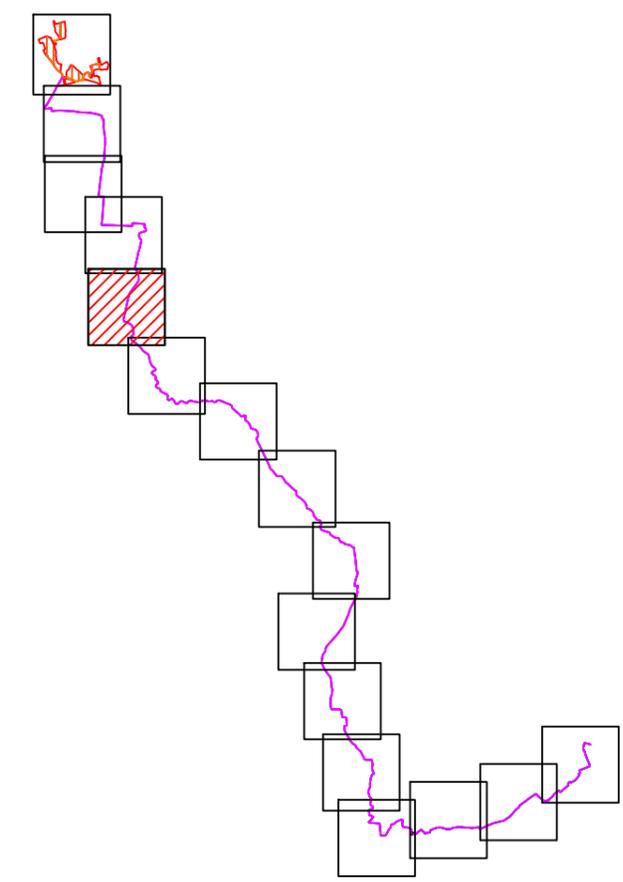
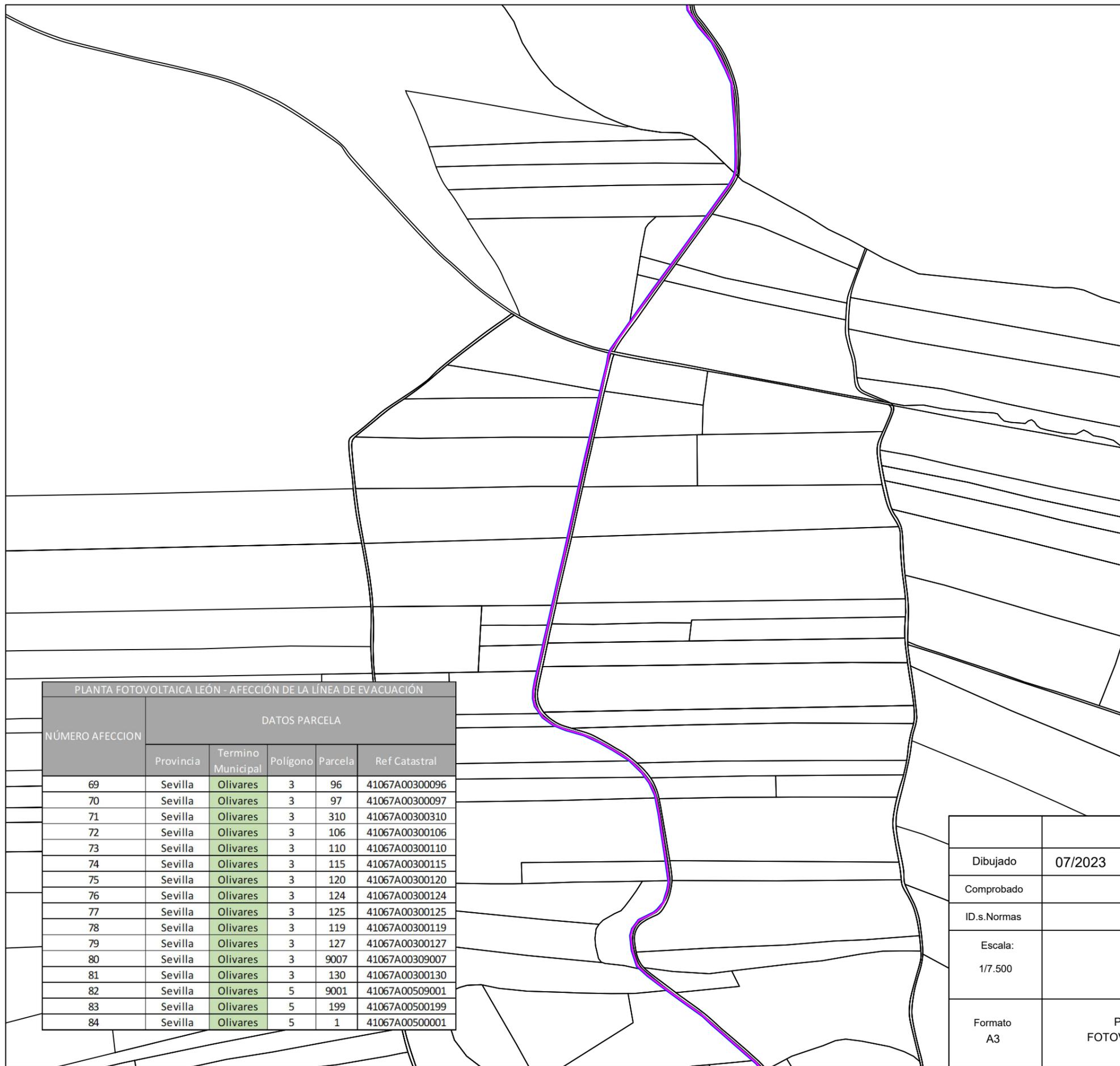
| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 5 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 3 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 52 | Sevilla | Olivares | 3 | 49 | 41067A00300049 |
| 53 | Sevilla | Olivares | 3 | 9003 | 41067A00309003 |
| 54 | Sevilla | Olivares | 3 | 9001 | 41067A00309001 |
| 55 | Sevilla | Olivares | 3 | 60 | 41067A00300060 |
| 56 | Sevilla | Olivares | 3 | 65 | 41067A00300065 |
| 57 | Sevilla | Olivares | 3 | 67 | 41067A00300067 |
| 58 | Sevilla | Olivares | 3 | 69 | 41067A00300069 |
| 59 | Sevilla | Olivares | 3 | 73 | 41067A00300073 |
| 60 | Sevilla | Olivares | 3 | 74 | 41067A00300074 |
| 61 | Sevilla | Olivares | 3 | 77 | 41067A00300077 |
| 62 | Sevilla | Olivares | 3 | 79 | 41067A00300079 |
| 63 | Sevilla | Olivares | 3 | 84 | 41067A00300084 |
| 64 | Sevilla | Olivares | 3 | 85 | 41067A00300085 |
| 65 | Sevilla | Olivares | 3 | 87 | 41067A00300087 |
| 66 | Sevilla | Olivares | 3 | 9006 | 41067A00309006 |
| 67 | Sevilla | Olivares | 3 | 90 | 41067A00300090 |
| 68 | Sevilla | Olivares | 3 | 91 | 41067A00300091 |

| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

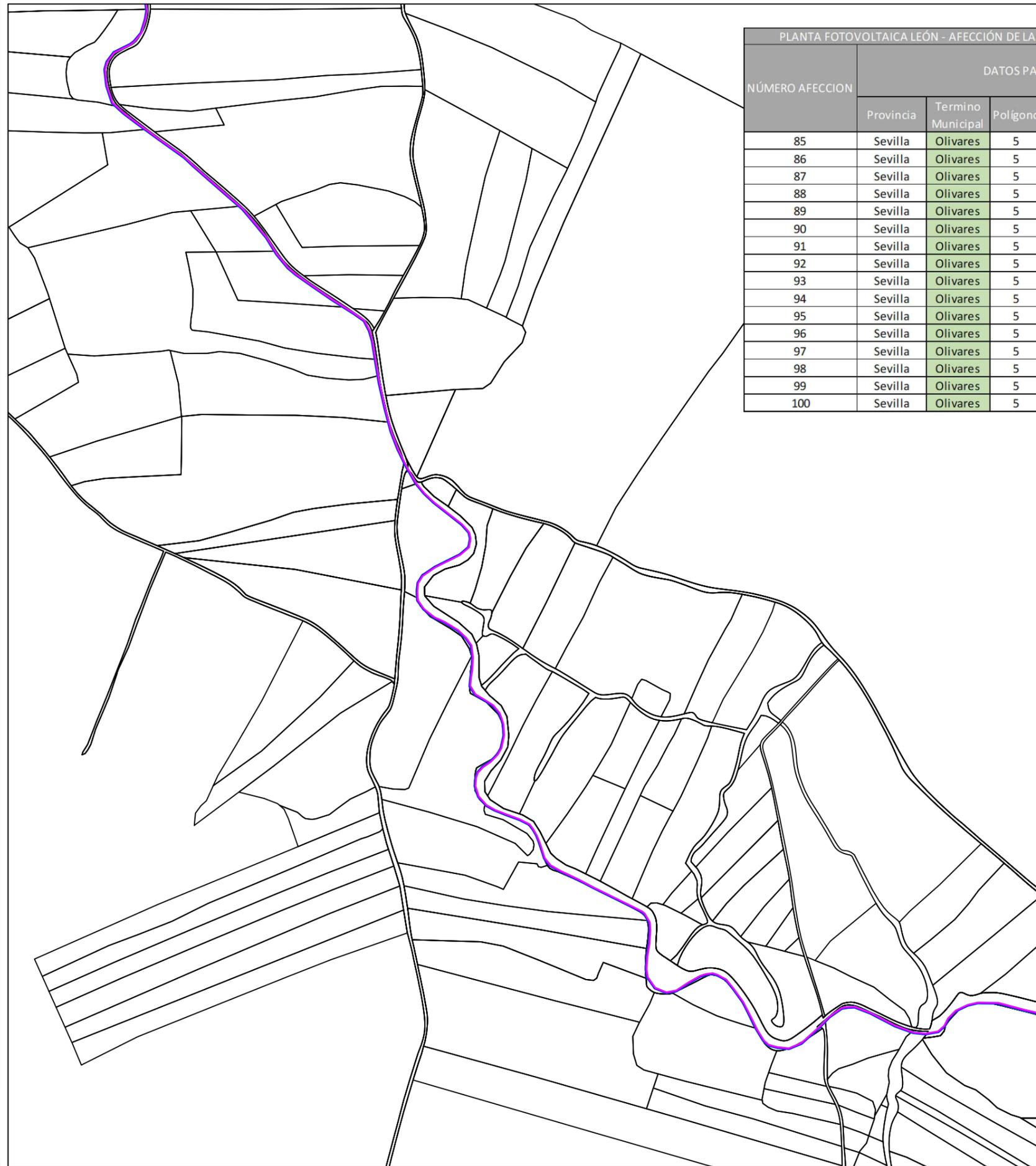
| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 6 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 4 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



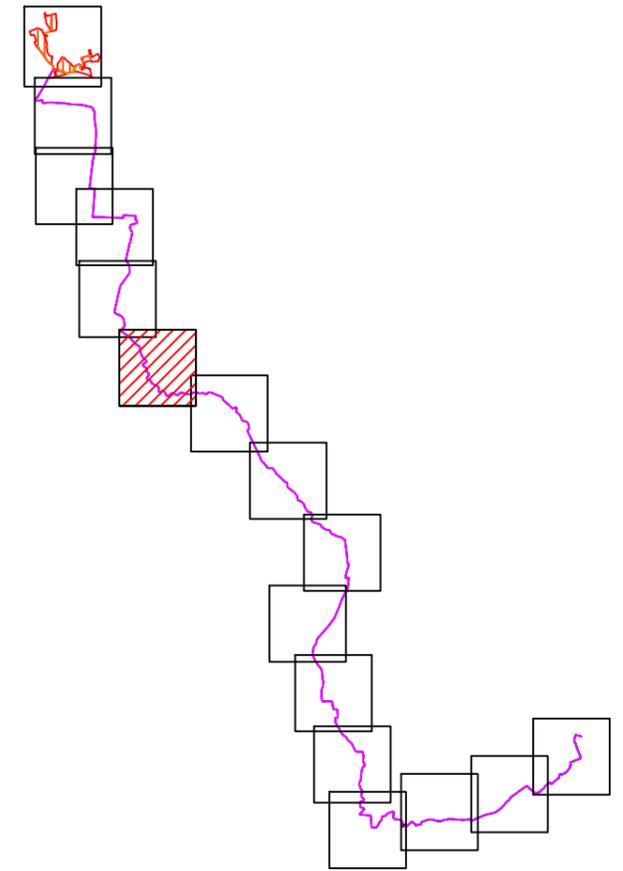
| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 69 | Sevilla | Olivares | 3 | 96 | 41067A00300096 |
| 70 | Sevilla | Olivares | 3 | 97 | 41067A00300097 |
| 71 | Sevilla | Olivares | 3 | 310 | 41067A00300310 |
| 72 | Sevilla | Olivares | 3 | 106 | 41067A00300106 |
| 73 | Sevilla | Olivares | 3 | 110 | 41067A00300110 |
| 74 | Sevilla | Olivares | 3 | 115 | 41067A00300115 |
| 75 | Sevilla | Olivares | 3 | 120 | 41067A00300120 |
| 76 | Sevilla | Olivares | 3 | 124 | 41067A00300124 |
| 77 | Sevilla | Olivares | 3 | 125 | 41067A00300125 |
| 78 | Sevilla | Olivares | 3 | 119 | 41067A00300119 |
| 79 | Sevilla | Olivares | 3 | 127 | 41067A00300127 |
| 80 | Sevilla | Olivares | 3 | 9007 | 41067A00309007 |
| 81 | Sevilla | Olivares | 3 | 130 | 41067A00300130 |
| 82 | Sevilla | Olivares | 5 | 9001 | 41067A00509001 |
| 83 | Sevilla | Olivares | 5 | 199 | 41067A00500199 |
| 84 | Sevilla | Olivares | 5 | 1 | 41067A00500001 |

| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 7 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 5 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

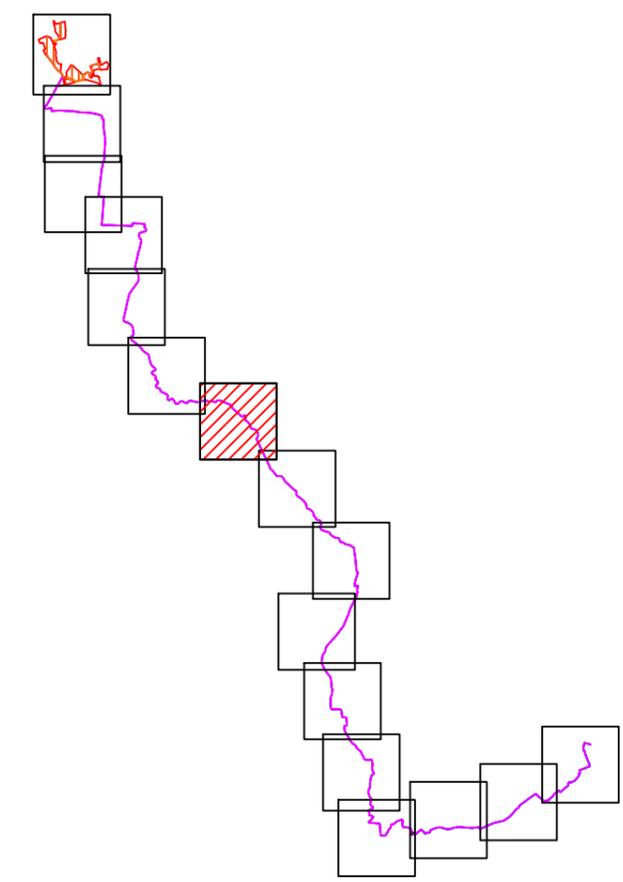
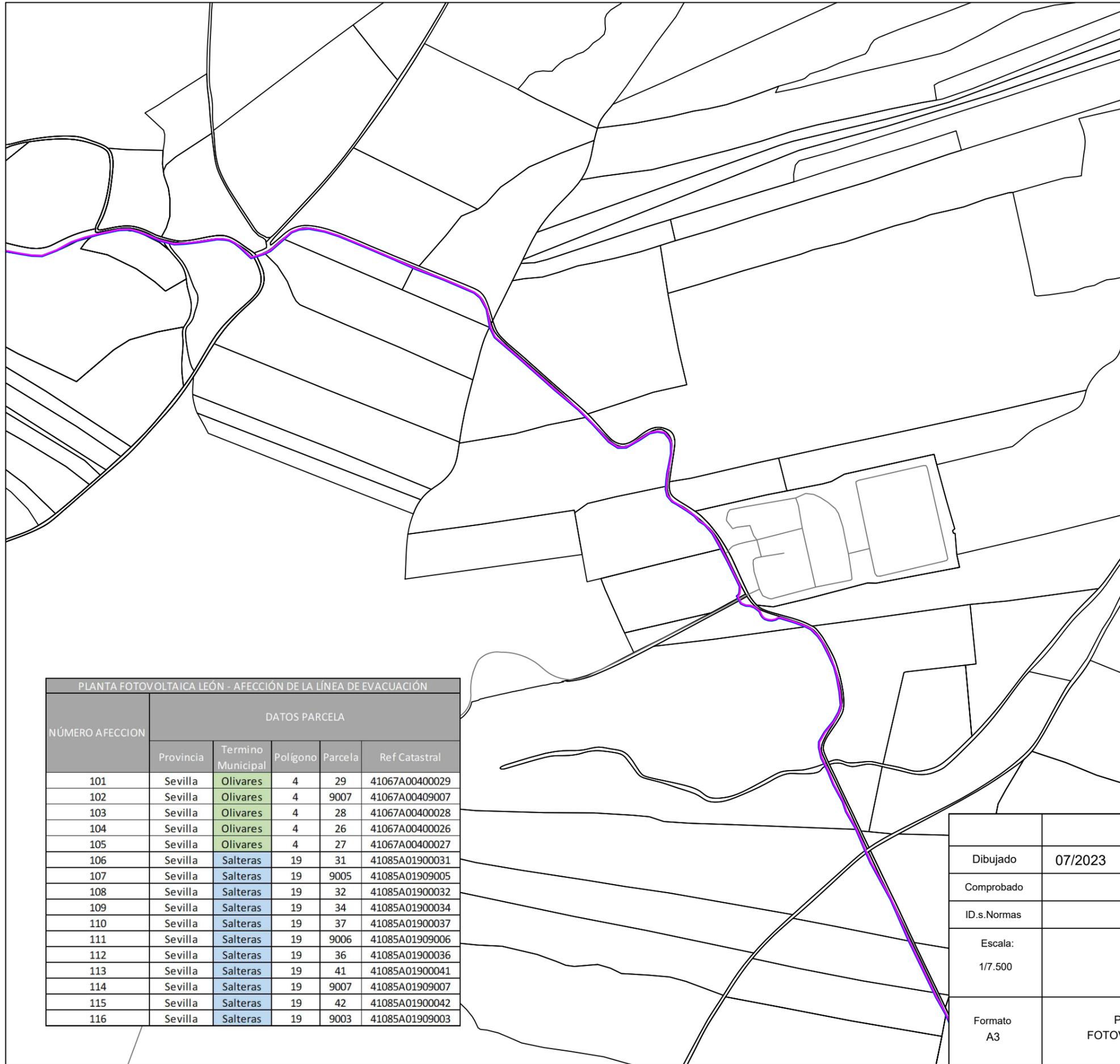


| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 85 | Sevilla | Olivares | 5 | 9002 | 41067A00509002 |
| 86 | Sevilla | Olivares | 5 | 6 | 41067A00500006 |
| 87 | Sevilla | Olivares | 5 | 7 | 41067A00500007 |
| 88 | Sevilla | Olivares | 5 | 195 | 41067A00500195 |
| 89 | Sevilla | Olivares | 5 | 194 | 41067A00500194 |
| 90 | Sevilla | Olivares | 5 | 192 | 41067A00500192 |
| 91 | Sevilla | Olivares | 5 | 87 | 41067A00500087 |
| 92 | Sevilla | Olivares | 5 | 88 | 41067A00500088 |
| 93 | Sevilla | Olivares | 5 | 86 | 41067A00500086 |
| 94 | Sevilla | Olivares | 5 | 9008 | 41067A00509008 |
| 95 | Sevilla | Olivares | 5 | 84 | 41067A00500084 |
| 96 | Sevilla | Olivares | 5 | 9005 | 41067A00509005 |
| 97 | Sevilla | Olivares | 5 | 60 | 41067A00500060 |
| 98 | Sevilla | Olivares | 5 | 59 | 41067A00500059 |
| 99 | Sevilla | Olivares | 5 | 9007 | 41067A00509007 |
| 100 | Sevilla | Olivares | 5 | 58 | 41067A00500058 |



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

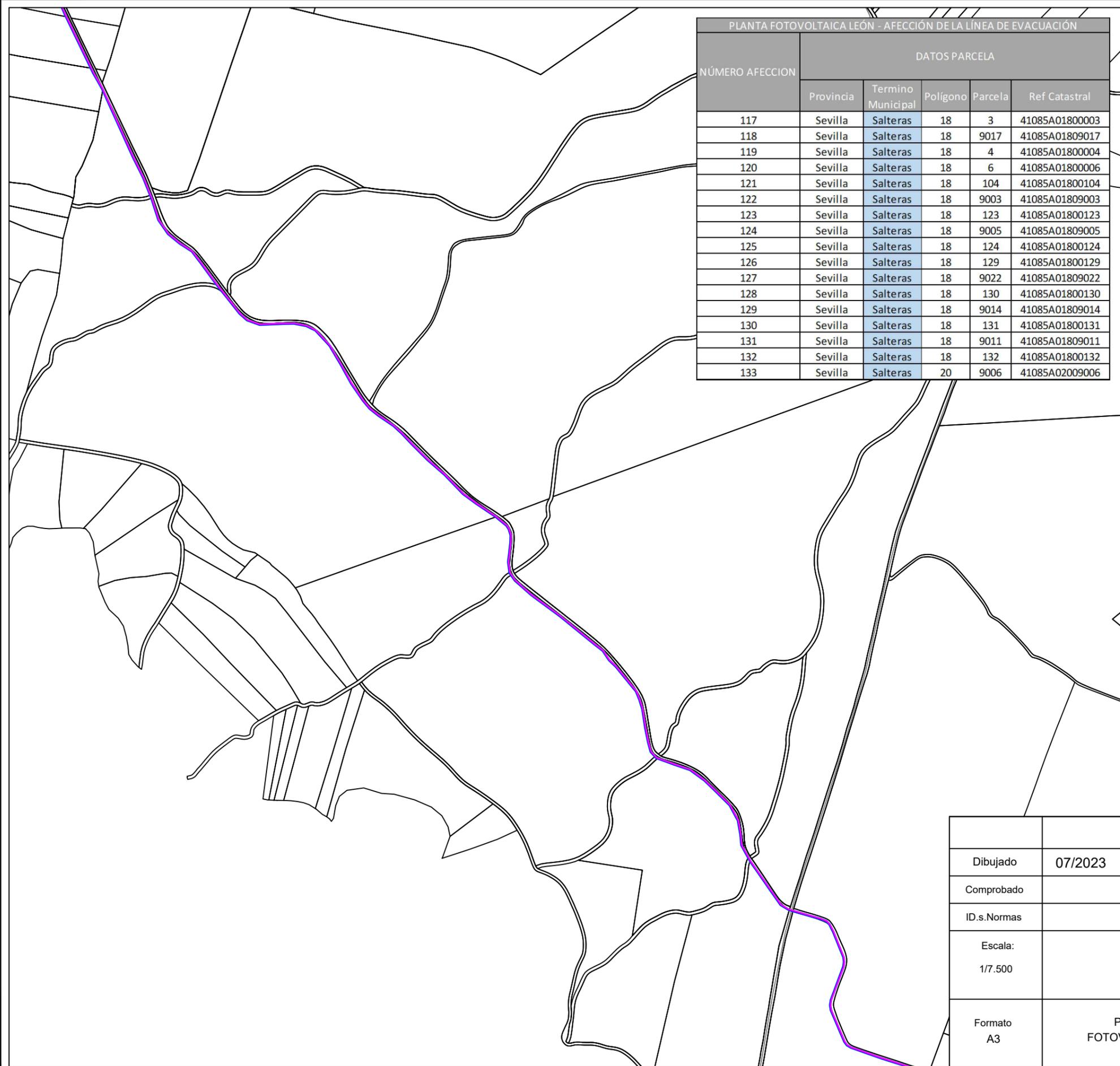
| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 8 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 6 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



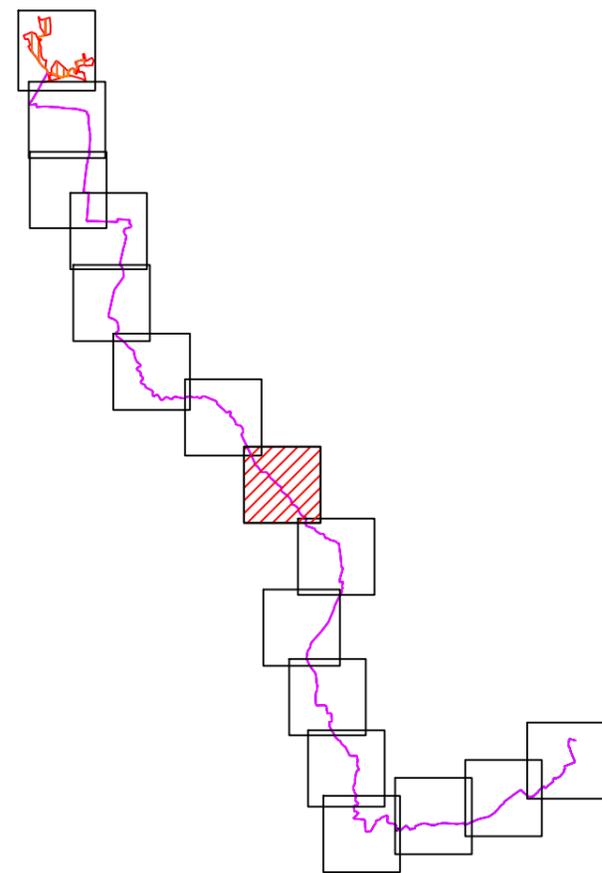
| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 101 | Sevilla | Olivares | 4 | 29 | 41067A00400029 |
| 102 | Sevilla | Olivares | 4 | 9007 | 41067A00409007 |
| 103 | Sevilla | Olivares | 4 | 28 | 41067A00400028 |
| 104 | Sevilla | Olivares | 4 | 26 | 41067A00400026 |
| 105 | Sevilla | Olivares | 4 | 27 | 41067A00400027 |
| 106 | Sevilla | Salteras | 19 | 31 | 41085A01900031 |
| 107 | Sevilla | Salteras | 19 | 9005 | 41085A01909005 |
| 108 | Sevilla | Salteras | 19 | 32 | 41085A01900032 |
| 109 | Sevilla | Salteras | 19 | 34 | 41085A01900034 |
| 110 | Sevilla | Salteras | 19 | 37 | 41085A01900037 |
| 111 | Sevilla | Salteras | 19 | 9006 | 41085A01909006 |
| 112 | Sevilla | Salteras | 19 | 36 | 41085A01900036 |
| 113 | Sevilla | Salteras | 19 | 41 | 41085A01900041 |
| 114 | Sevilla | Salteras | 19 | 9007 | 41085A01909007 |
| 115 | Sevilla | Salteras | 19 | 42 | 41085A01900042 |
| 116 | Sevilla | Salteras | 19 | 9003 | 41085A01909003 |

| | | | | |
|-------------|---|-----|----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 9 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 7 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

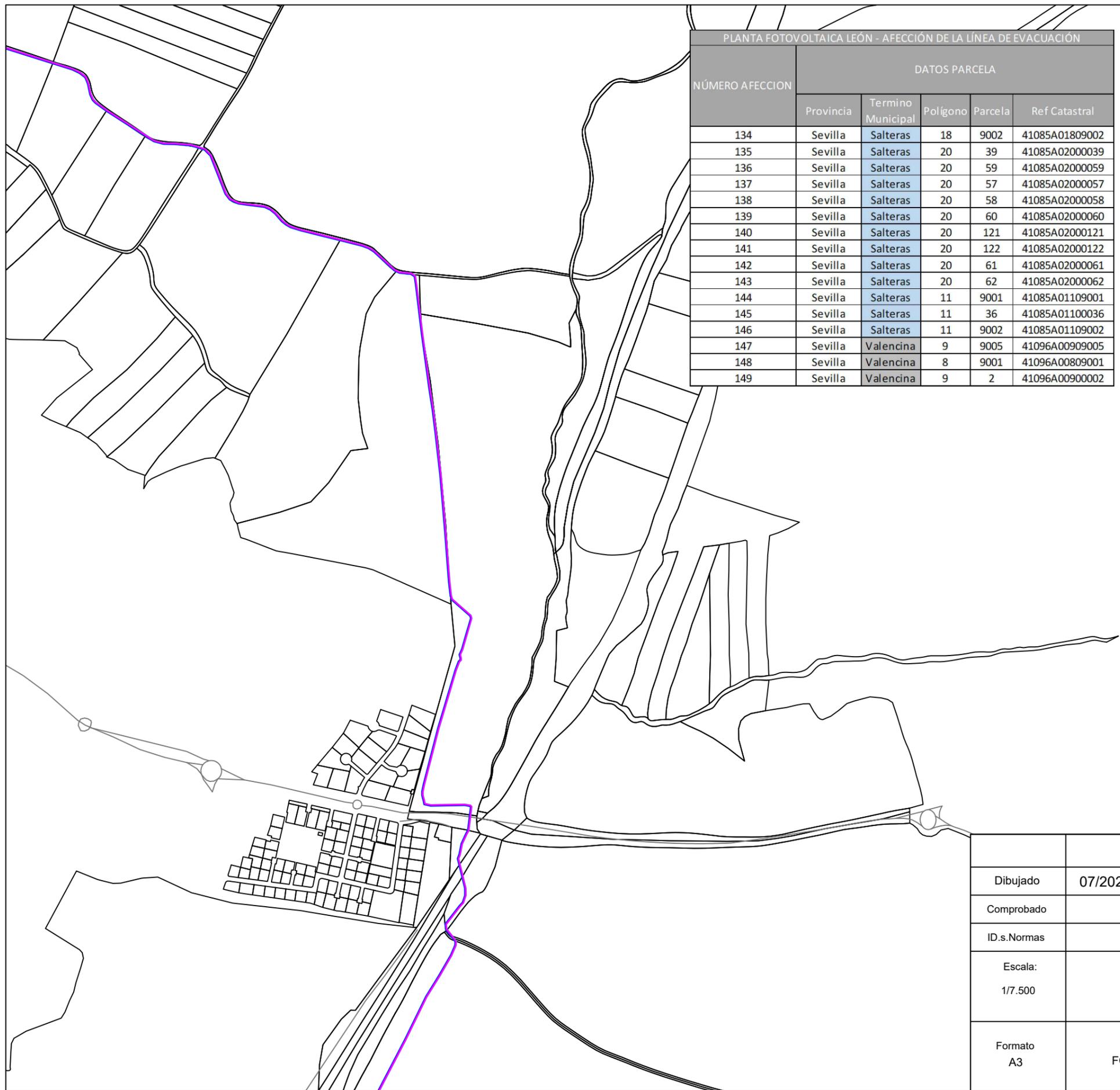


| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 117 | Sevilla | Salteras | 18 | 3 | 41085A01800003 |
| 118 | Sevilla | Salteras | 18 | 9017 | 41085A01809017 |
| 119 | Sevilla | Salteras | 18 | 4 | 41085A01800004 |
| 120 | Sevilla | Salteras | 18 | 6 | 41085A01800006 |
| 121 | Sevilla | Salteras | 18 | 104 | 41085A01800104 |
| 122 | Sevilla | Salteras | 18 | 9003 | 41085A01809003 |
| 123 | Sevilla | Salteras | 18 | 123 | 41085A01800123 |
| 124 | Sevilla | Salteras | 18 | 9005 | 41085A01809005 |
| 125 | Sevilla | Salteras | 18 | 124 | 41085A01800124 |
| 126 | Sevilla | Salteras | 18 | 129 | 41085A01800129 |
| 127 | Sevilla | Salteras | 18 | 9022 | 41085A01809022 |
| 128 | Sevilla | Salteras | 18 | 130 | 41085A01800130 |
| 129 | Sevilla | Salteras | 18 | 9014 | 41085A01809014 |
| 130 | Sevilla | Salteras | 18 | 131 | 41085A01800131 |
| 131 | Sevilla | Salteras | 18 | 9011 | 41085A01809011 |
| 132 | Sevilla | Salteras | 18 | 132 | 41085A01800132 |
| 133 | Sevilla | Salteras | 20 | 9006 | 41085A02009006 |

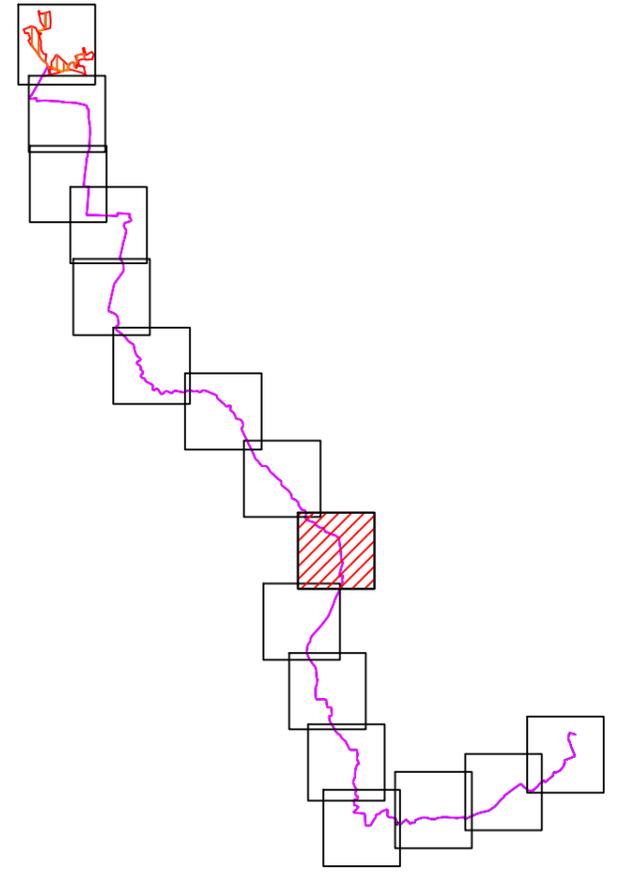


| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|-----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 10 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 8 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFEECION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 134 | Sevilla | Salteras | 18 | 9002 | 41085A01809002 |
| 135 | Sevilla | Salteras | 20 | 39 | 41085A02000039 |
| 136 | Sevilla | Salteras | 20 | 59 | 41085A02000059 |
| 137 | Sevilla | Salteras | 20 | 57 | 41085A02000057 |
| 138 | Sevilla | Salteras | 20 | 58 | 41085A02000058 |
| 139 | Sevilla | Salteras | 20 | 60 | 41085A02000060 |
| 140 | Sevilla | Salteras | 20 | 121 | 41085A02000121 |
| 141 | Sevilla | Salteras | 20 | 122 | 41085A02000122 |
| 142 | Sevilla | Salteras | 20 | 61 | 41085A02000061 |
| 143 | Sevilla | Salteras | 20 | 62 | 41085A02000062 |
| 144 | Sevilla | Salteras | 11 | 9001 | 41085A01109001 |
| 145 | Sevilla | Salteras | 11 | 36 | 41085A01100036 |
| 146 | Sevilla | Salteras | 11 | 9002 | 41085A01109002 |
| 147 | Sevilla | Valencina | 9 | 9005 | 41096A00909005 |
| 148 | Sevilla | Valencina | 8 | 9001 | 41096A00809001 |
| 149 | Sevilla | Valencina | 9 | 2 | 41096A00900002 |

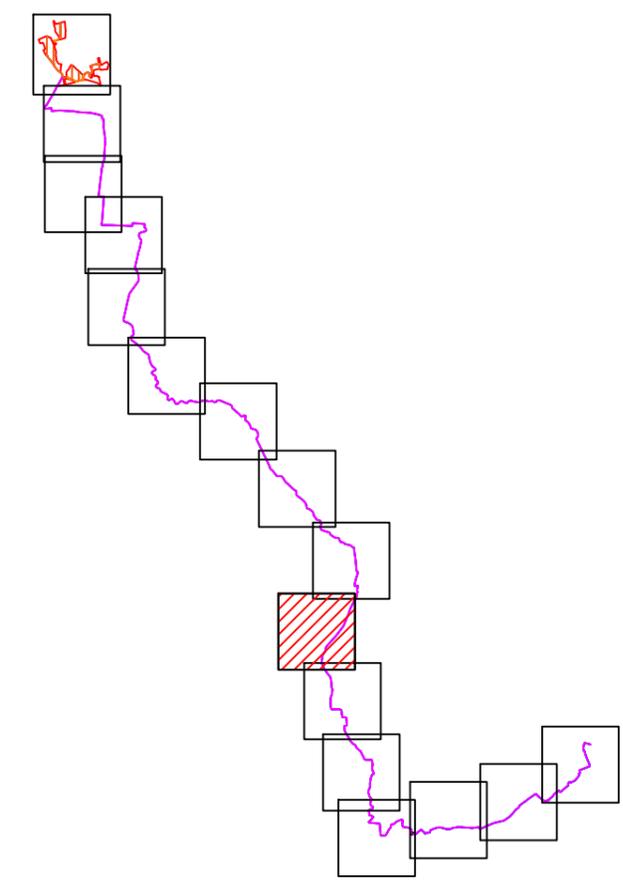
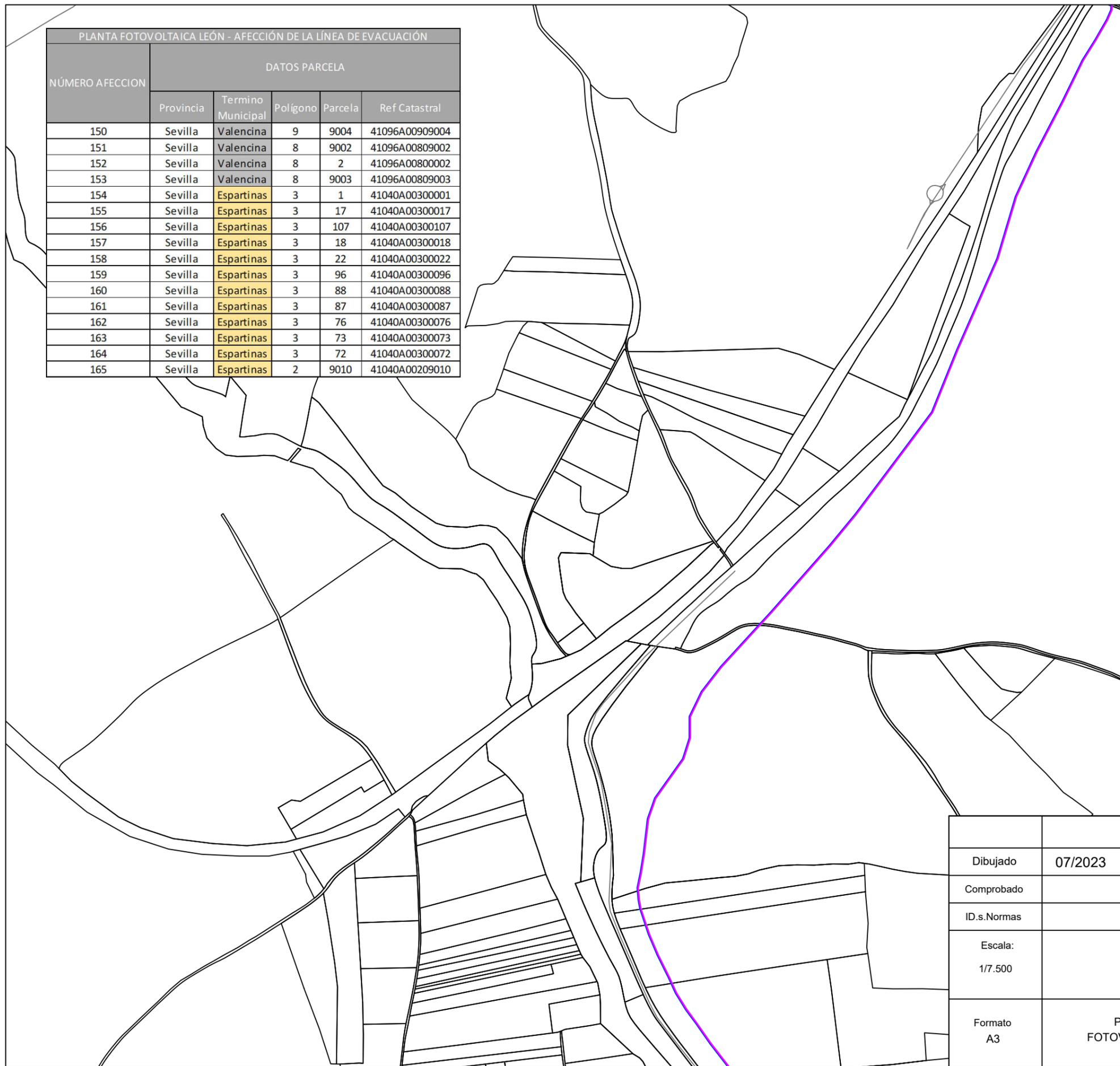


| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|-----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 11 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 9 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

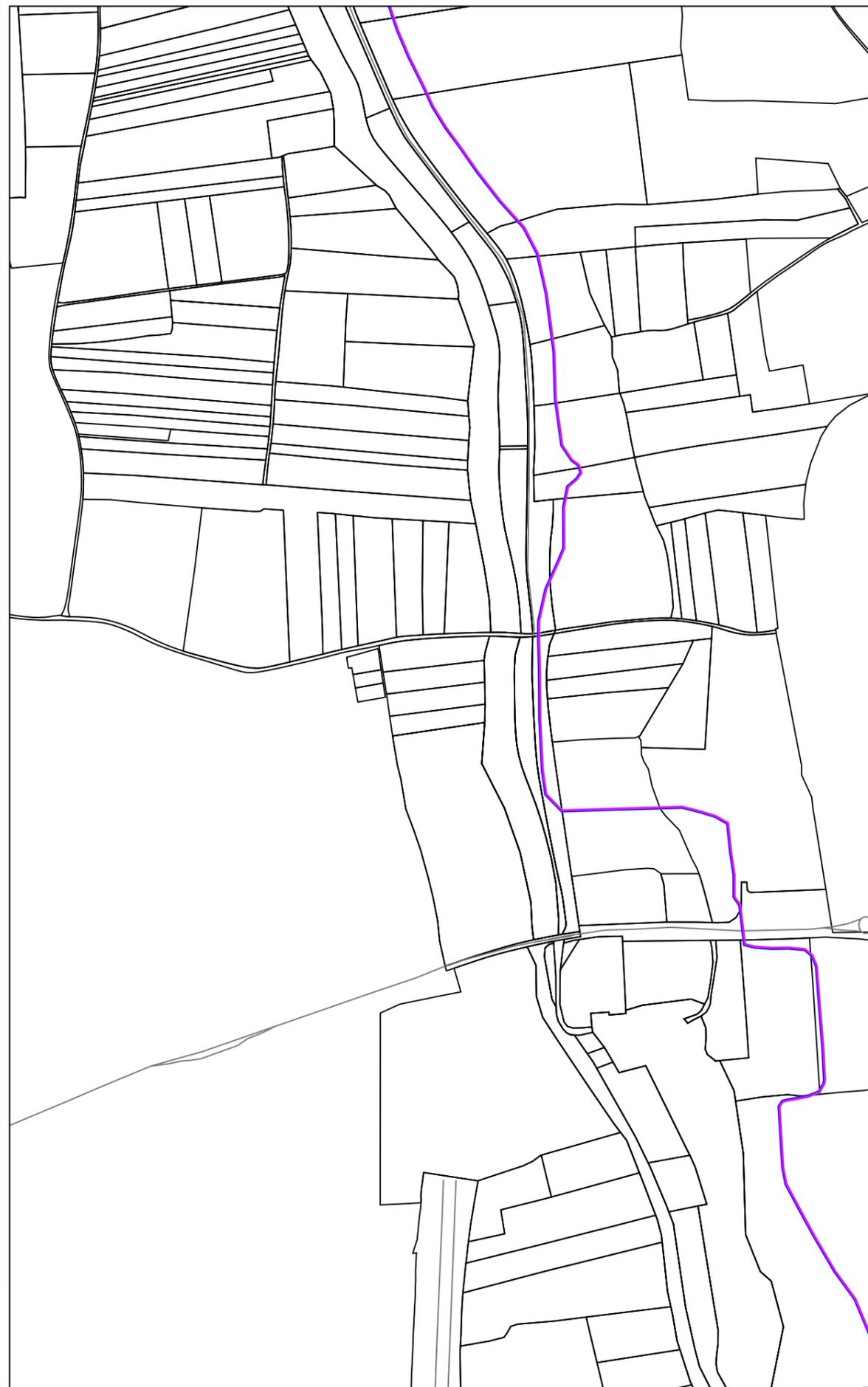
PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN

| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
|-----------------|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 150 | Sevilla | Valencina | 9 | 9004 | 41096A00909004 |
| 151 | Sevilla | Valencina | 8 | 9002 | 41096A00809002 |
| 152 | Sevilla | Valencina | 8 | 2 | 41096A00800002 |
| 153 | Sevilla | Valencina | 8 | 9003 | 41096A00809003 |
| 154 | Sevilla | Espartinas | 3 | 1 | 41040A00300001 |
| 155 | Sevilla | Espartinas | 3 | 17 | 41040A00300017 |
| 156 | Sevilla | Espartinas | 3 | 107 | 41040A00300107 |
| 157 | Sevilla | Espartinas | 3 | 18 | 41040A00300018 |
| 158 | Sevilla | Espartinas | 3 | 22 | 41040A00300022 |
| 159 | Sevilla | Espartinas | 3 | 96 | 41040A00300096 |
| 160 | Sevilla | Espartinas | 3 | 88 | 41040A00300088 |
| 161 | Sevilla | Espartinas | 3 | 87 | 41040A00300087 |
| 162 | Sevilla | Espartinas | 3 | 76 | 41040A00300076 |
| 163 | Sevilla | Espartinas | 3 | 73 | 41040A00300073 |
| 164 | Sevilla | Espartinas | 3 | 72 | 41040A00300072 |
| 165 | Sevilla | Espartinas | 2 | 9010 | 41040A00209010 |

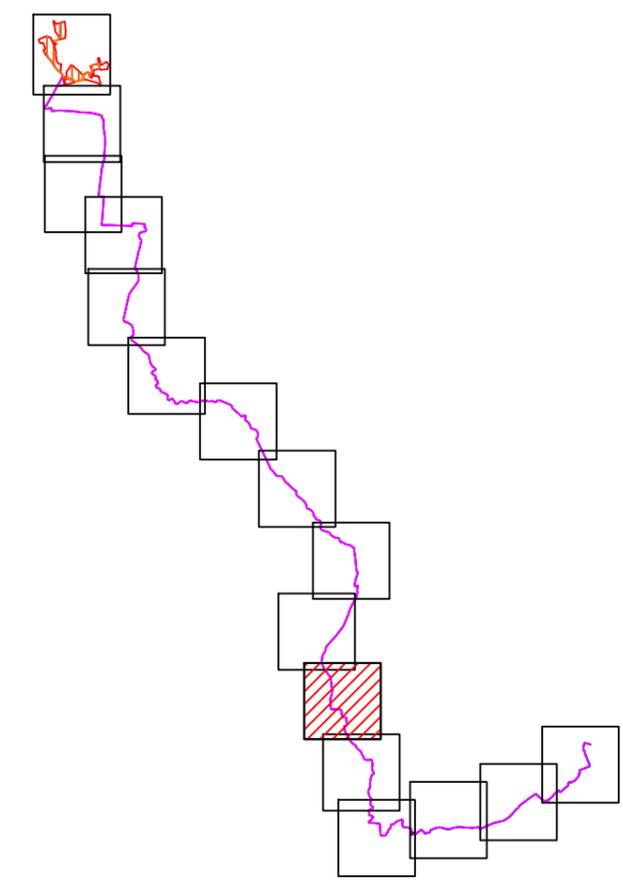


| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|-----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 12 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 10 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

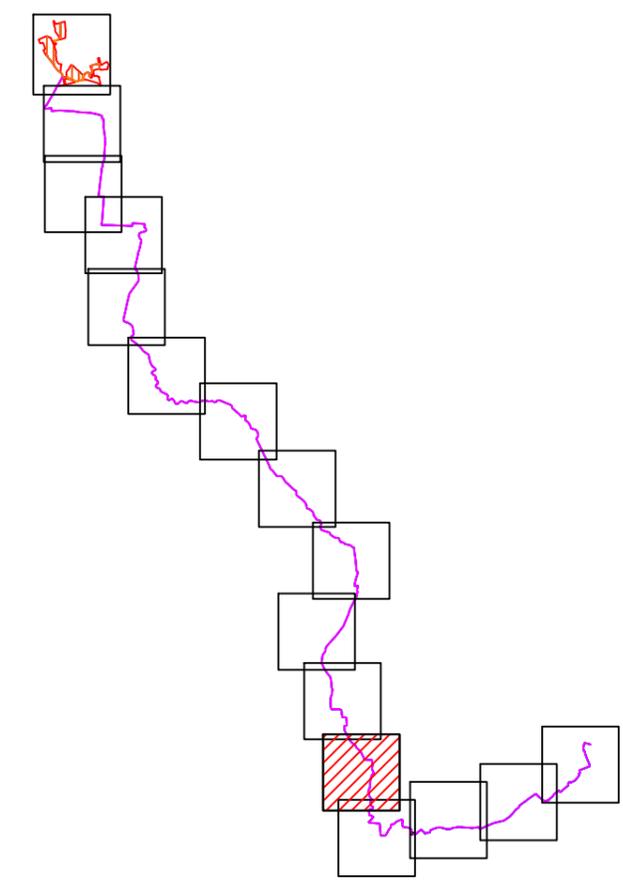
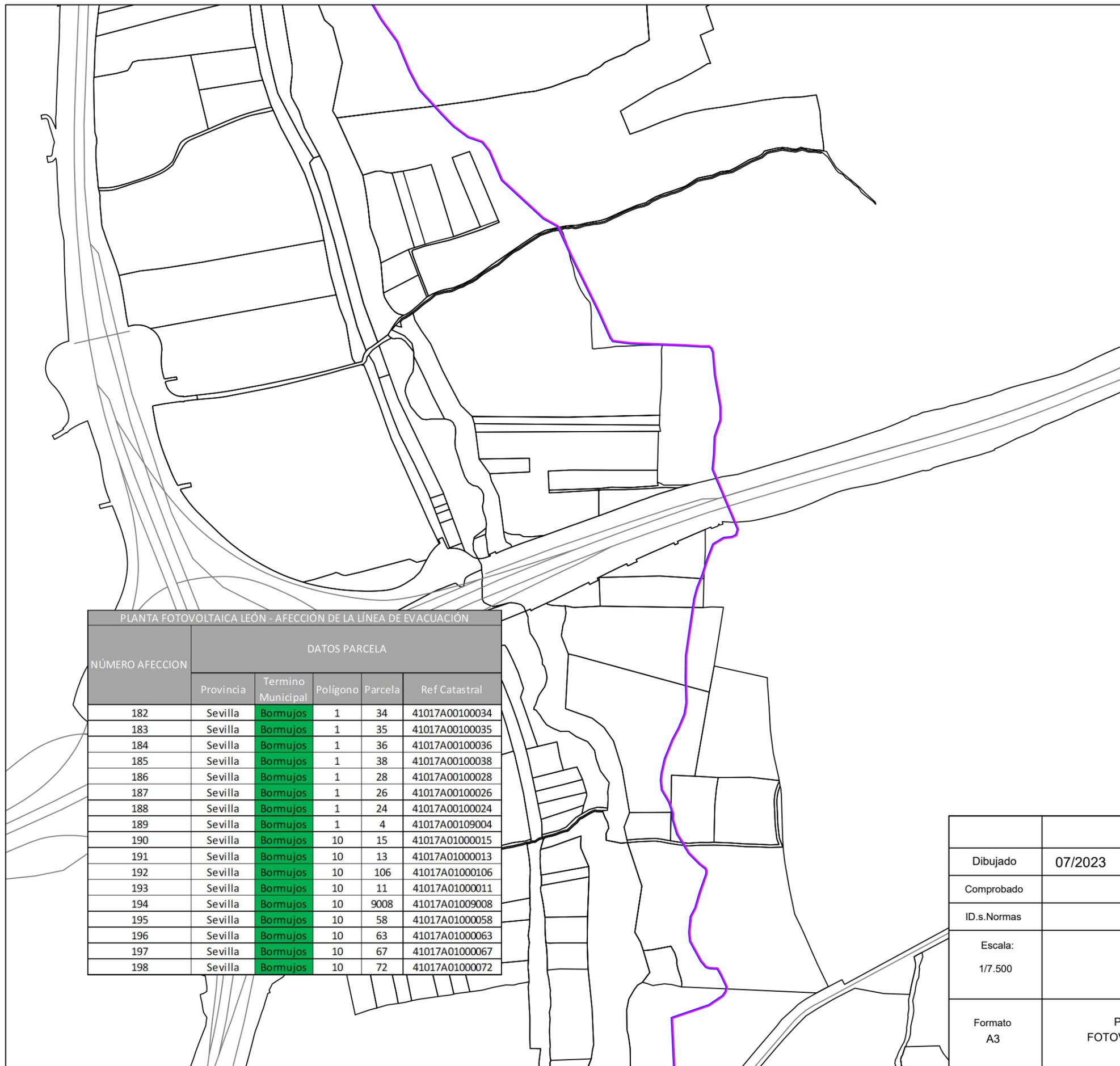


| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 166 | Sevilla | Espartinas | 10 | 9007 | 41040A01009007 |
| 167 | Sevilla | Espartinas | 10 | 9008 | 41040A01009008 |
| 168 | Sevilla | Espartinas | 4 | 6 | 41040A00400006 |
| 169 | Sevilla | Espartinas | 4 | 7 | 41040A00400007 |
| 170 | Sevilla | Espartinas | 4 | 9002 | 41040A00409002 |
| 171 | Sevilla | Espartinas | 4 | 32 | 41040A00400032 |
| 172 | Sevilla | Espartinas | 4 | 35 | 41040A00400035 |
| 173 | Sevilla | Espartinas | 4 | 37 | 41040A00400037 |
| 174 | Sevilla | Espartinas | 4 | 76 | 41040A00400076 |
| 175 | Sevilla | Espartinas | 4 | 9006 | 41040A00409006 |
| 176 | Sevilla | Bormujos | 1 | 9001 | 41017A00109001 |
| 177 | Sevilla | Bormujos | 1 | 1 | 41017A00100001 |
| 178 | Sevilla | Bormujos | 1 | 63 | 41017A00100063 |
| 179 | Sevilla | Bormujos | 1 | 57 | 41017A00100057 |
| 180 | Sevilla | Bormujos | 1 | 56 | 41017A00100056 |
| 181 | Sevilla | Bormujos | 1 | 9008 | 41017A00109008 |



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|---|---------|-----|-----------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 13 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | 1/7.500 | | | PARCELARIO TRAMO 11 Firma: |
| Formato | A3 | | | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



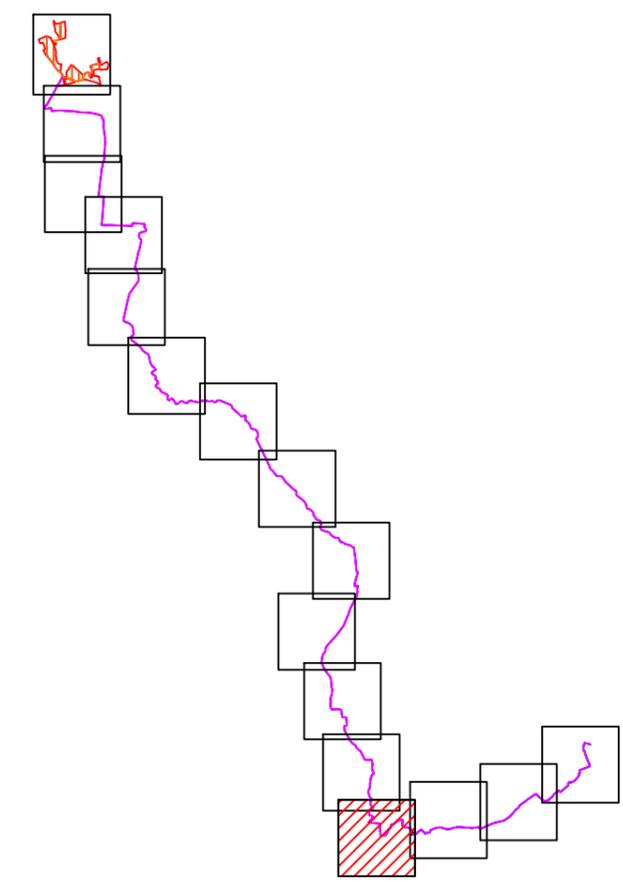
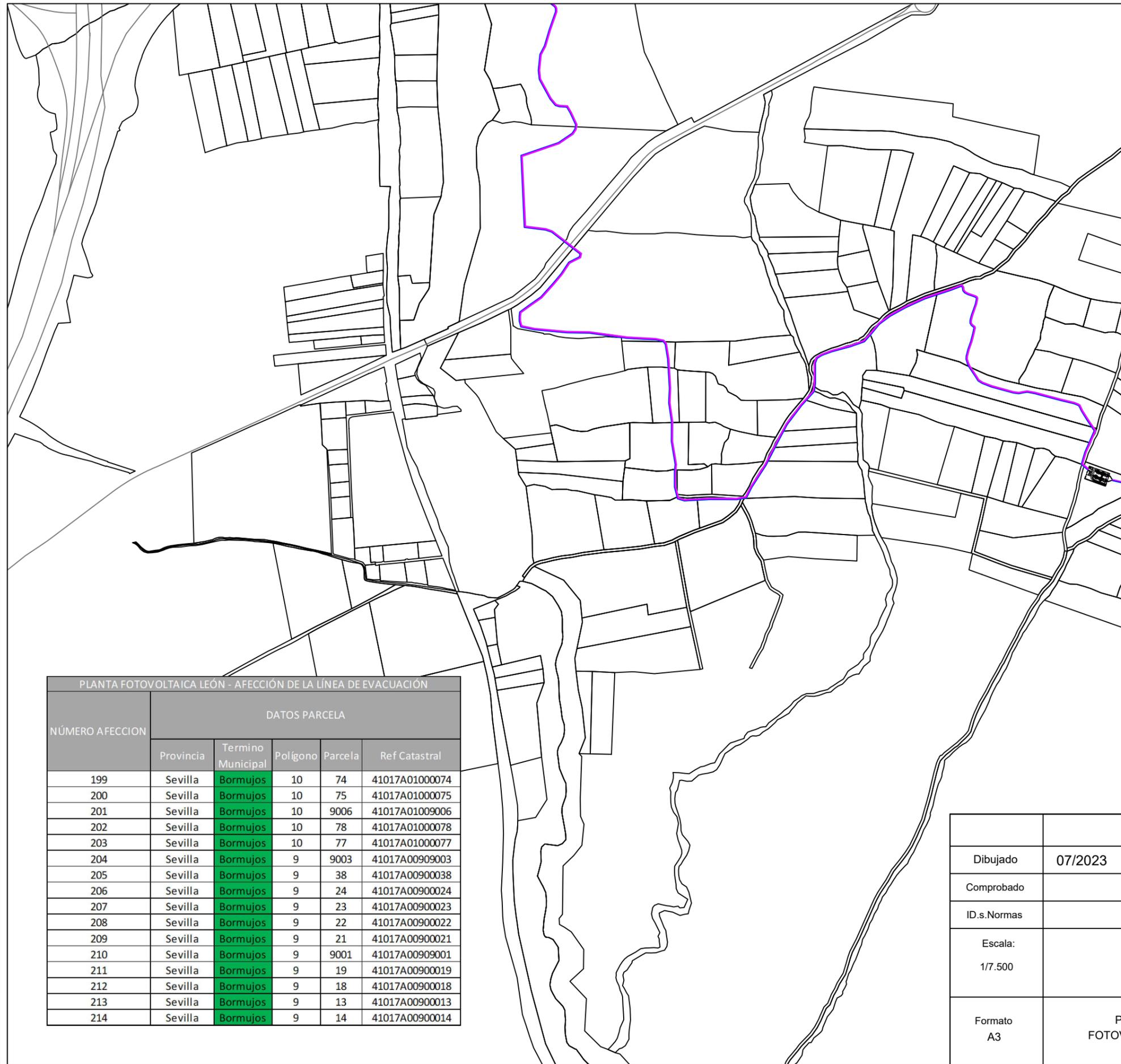
PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN

| NÚMERO AFECCIÓN | DATOS PARCELA | | | | |
|-----------------|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 182 | Sevilla | Bormujos | 1 | 34 | 41017A00100034 |
| 183 | Sevilla | Bormujos | 1 | 35 | 41017A00100035 |
| 184 | Sevilla | Bormujos | 1 | 36 | 41017A00100036 |
| 185 | Sevilla | Bormujos | 1 | 38 | 41017A00100038 |
| 186 | Sevilla | Bormujos | 1 | 28 | 41017A00100028 |
| 187 | Sevilla | Bormujos | 1 | 26 | 41017A00100026 |
| 188 | Sevilla | Bormujos | 1 | 24 | 41017A00100024 |
| 189 | Sevilla | Bormujos | 1 | 4 | 41017A00109004 |
| 190 | Sevilla | Bormujos | 10 | 15 | 41017A01000015 |
| 191 | Sevilla | Bormujos | 10 | 13 | 41017A01000013 |
| 192 | Sevilla | Bormujos | 10 | 106 | 41017A01000106 |
| 193 | Sevilla | Bormujos | 10 | 11 | 41017A01000011 |
| 194 | Sevilla | Bormujos | 10 | 9008 | 41017A01009008 |
| 195 | Sevilla | Bormujos | 10 | 58 | 41017A01000058 |
| 196 | Sevilla | Bormujos | 10 | 63 | 41017A01000063 |
| 197 | Sevilla | Bormujos | 10 | 67 | 41017A01000067 |
| 198 | Sevilla | Bormujos | 10 | 72 | 41017A01000072 |

LEYENDA

| | |
|--|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|-----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 14 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 12 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

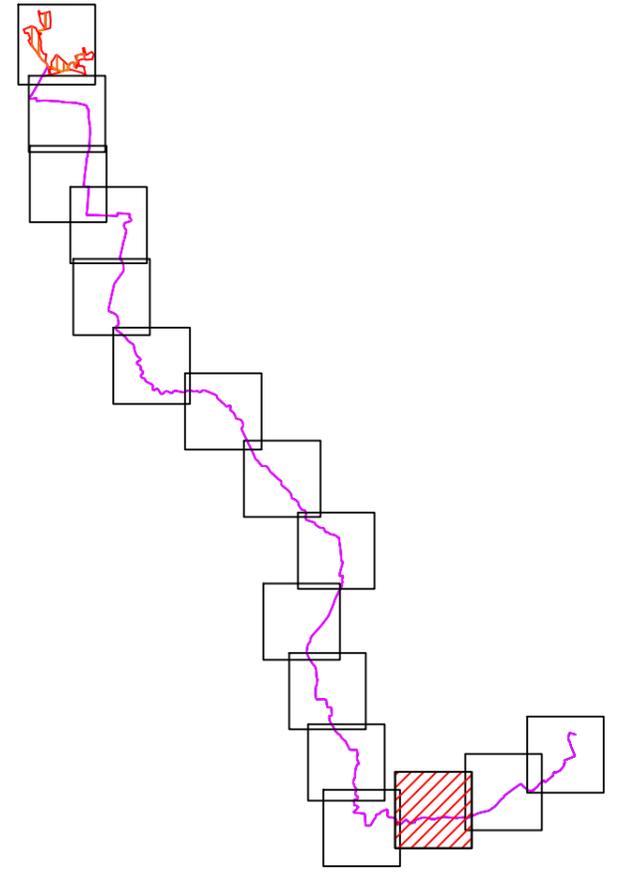
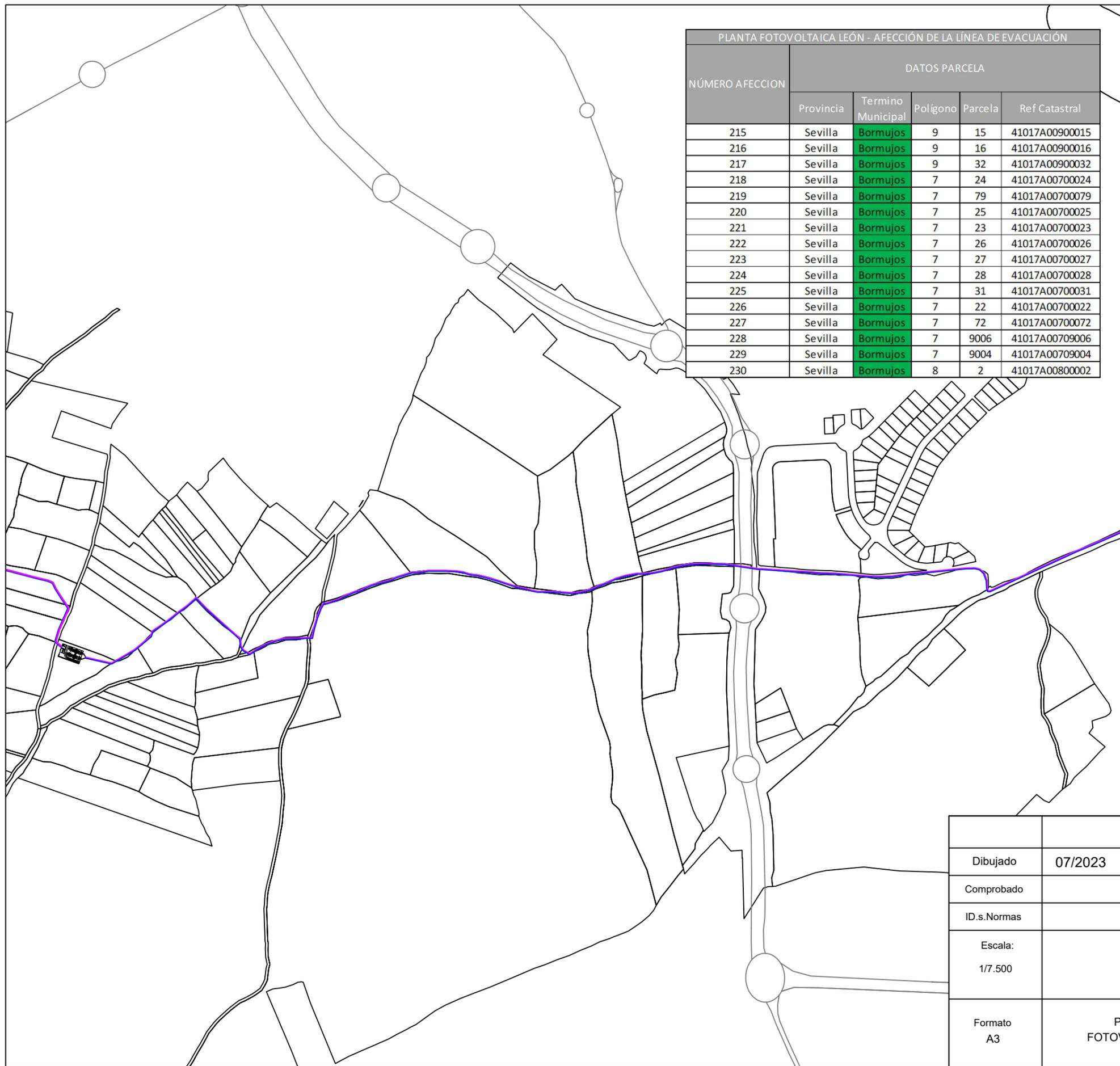


| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 199 | Sevilla | Bormujos | 10 | 74 | 41017A01000074 |
| 200 | Sevilla | Bormujos | 10 | 75 | 41017A01000075 |
| 201 | Sevilla | Bormujos | 10 | 9006 | 41017A01009006 |
| 202 | Sevilla | Bormujos | 10 | 78 | 41017A01000078 |
| 203 | Sevilla | Bormujos | 10 | 77 | 41017A01000077 |
| 204 | Sevilla | Bormujos | 9 | 9003 | 41017A00909003 |
| 205 | Sevilla | Bormujos | 9 | 38 | 41017A00900038 |
| 206 | Sevilla | Bormujos | 9 | 24 | 41017A00900024 |
| 207 | Sevilla | Bormujos | 9 | 23 | 41017A00900023 |
| 208 | Sevilla | Bormujos | 9 | 22 | 41017A00900022 |
| 209 | Sevilla | Bormujos | 9 | 21 | 41017A00900021 |
| 210 | Sevilla | Bormujos | 9 | 9001 | 41017A00909001 |
| 211 | Sevilla | Bormujos | 9 | 19 | 41017A00900019 |
| 212 | Sevilla | Bormujos | 9 | 18 | 41017A00900018 |
| 213 | Sevilla | Bormujos | 9 | 13 | 41017A00900013 |
| 214 | Sevilla | Bormujos | 9 | 14 | 41017A00900014 |

| | | | | |
|-------------|---|-----|-----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 15 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 13 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

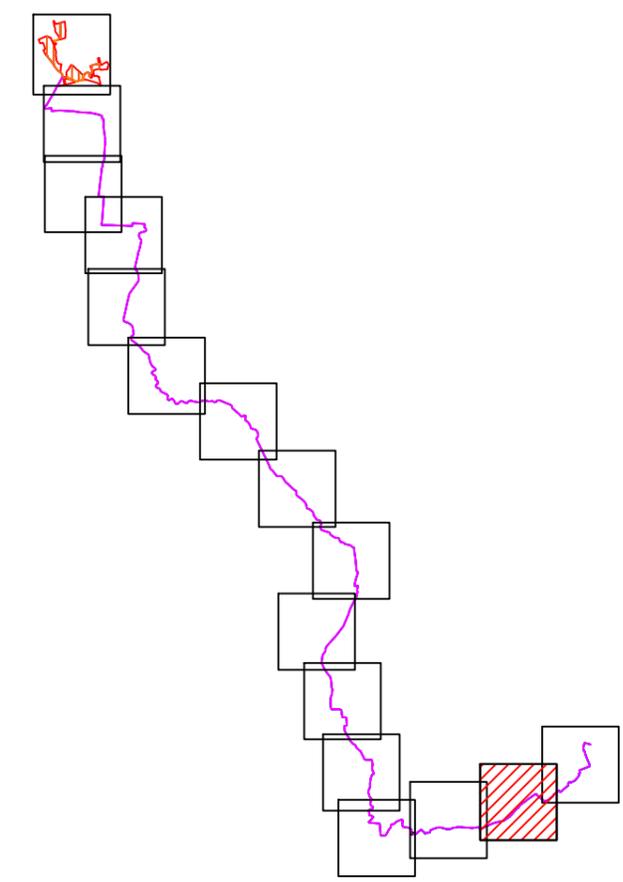
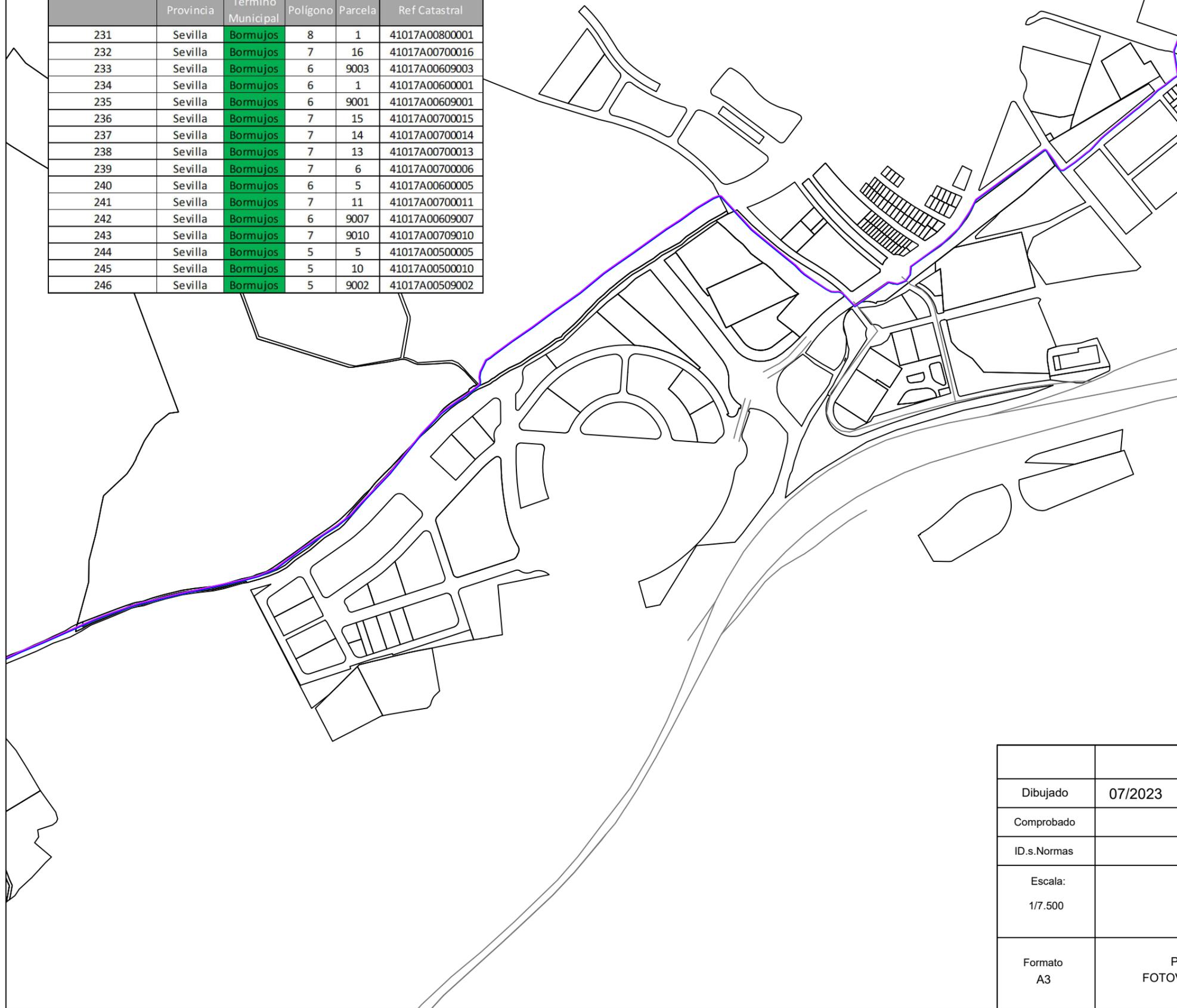
| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 215 | Sevilla | Bormujos | 9 | 15 | 41017A00900015 |
| 216 | Sevilla | Bormujos | 9 | 16 | 41017A00900016 |
| 217 | Sevilla | Bormujos | 9 | 32 | 41017A00900032 |
| 218 | Sevilla | Bormujos | 7 | 24 | 41017A00700024 |
| 219 | Sevilla | Bormujos | 7 | 79 | 41017A00700079 |
| 220 | Sevilla | Bormujos | 7 | 25 | 41017A00700025 |
| 221 | Sevilla | Bormujos | 7 | 23 | 41017A00700023 |
| 222 | Sevilla | Bormujos | 7 | 26 | 41017A00700026 |
| 223 | Sevilla | Bormujos | 7 | 27 | 41017A00700027 |
| 224 | Sevilla | Bormujos | 7 | 28 | 41017A00700028 |
| 225 | Sevilla | Bormujos | 7 | 31 | 41017A00700031 |
| 226 | Sevilla | Bormujos | 7 | 22 | 41017A00700022 |
| 227 | Sevilla | Bormujos | 7 | 72 | 41017A00700072 |
| 228 | Sevilla | Bormujos | 7 | 9006 | 41017A00709006 |
| 229 | Sevilla | Bormujos | 7 | 9004 | 41017A00709004 |
| 230 | Sevilla | Bormujos | 8 | 2 | 41017A00800002 |



| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

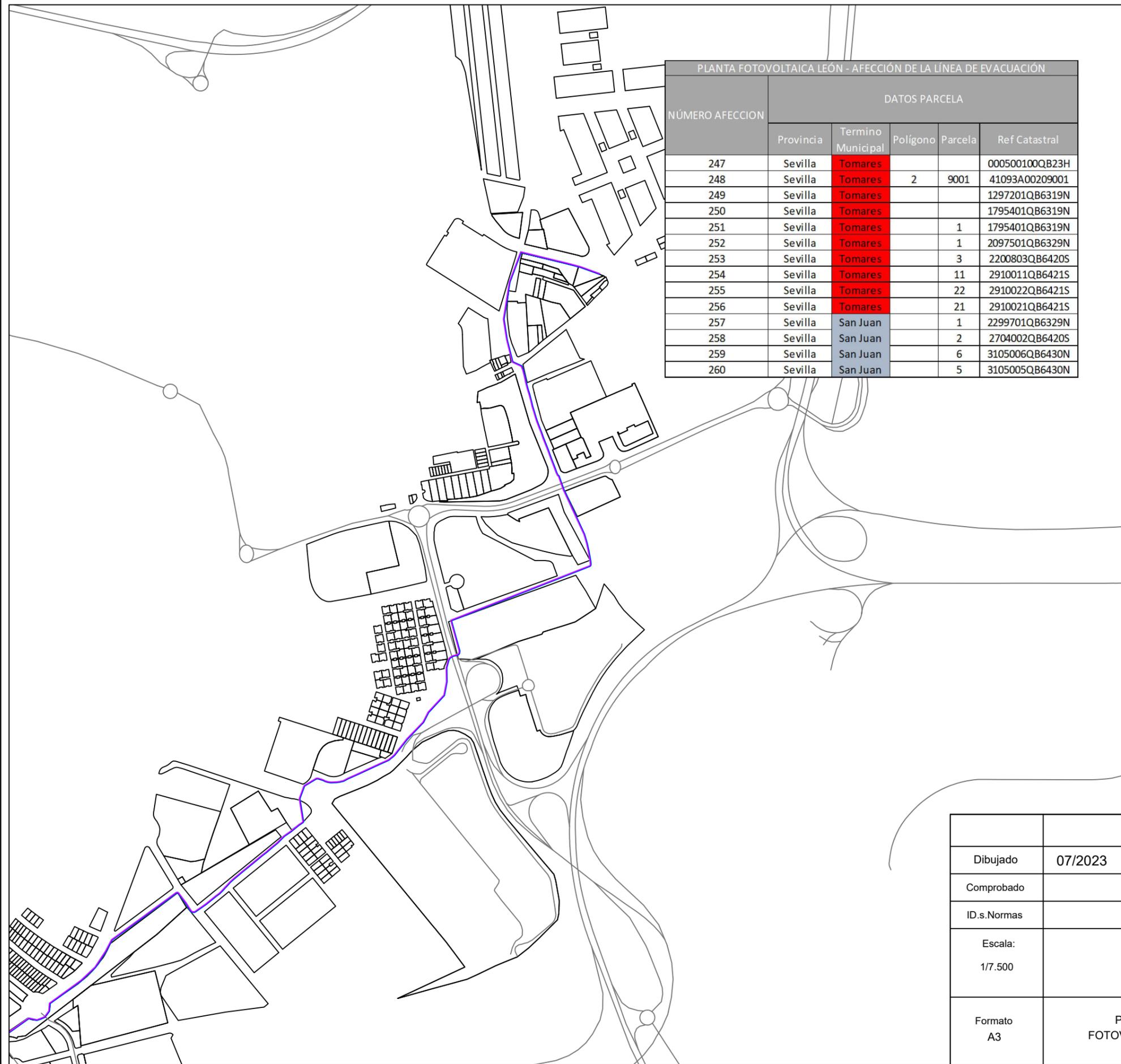
| | | | | |
|-------------|---|-----|-----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 16 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 14 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCION | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 231 | Sevilla | Bormujos | 8 | 1 | 41017A00800001 |
| 232 | Sevilla | Bormujos | 7 | 16 | 41017A00700016 |
| 233 | Sevilla | Bormujos | 6 | 9003 | 41017A00609003 |
| 234 | Sevilla | Bormujos | 6 | 1 | 41017A00600001 |
| 235 | Sevilla | Bormujos | 6 | 9001 | 41017A00609001 |
| 236 | Sevilla | Bormujos | 7 | 15 | 41017A00700015 |
| 237 | Sevilla | Bormujos | 7 | 14 | 41017A00700014 |
| 238 | Sevilla | Bormujos | 7 | 13 | 41017A00700013 |
| 239 | Sevilla | Bormujos | 7 | 6 | 41017A00700006 |
| 240 | Sevilla | Bormujos | 6 | 5 | 41017A00600005 |
| 241 | Sevilla | Bormujos | 7 | 11 | 41017A00700011 |
| 242 | Sevilla | Bormujos | 6 | 9007 | 41017A00609007 |
| 243 | Sevilla | Bormujos | 7 | 9010 | 41017A00709010 |
| 244 | Sevilla | Bormujos | 5 | 5 | 41017A00500005 |
| 245 | Sevilla | Bormujos | 5 | 10 | 41017A00500010 |
| 246 | Sevilla | Bormujos | 5 | 9002 | 41017A00509002 |

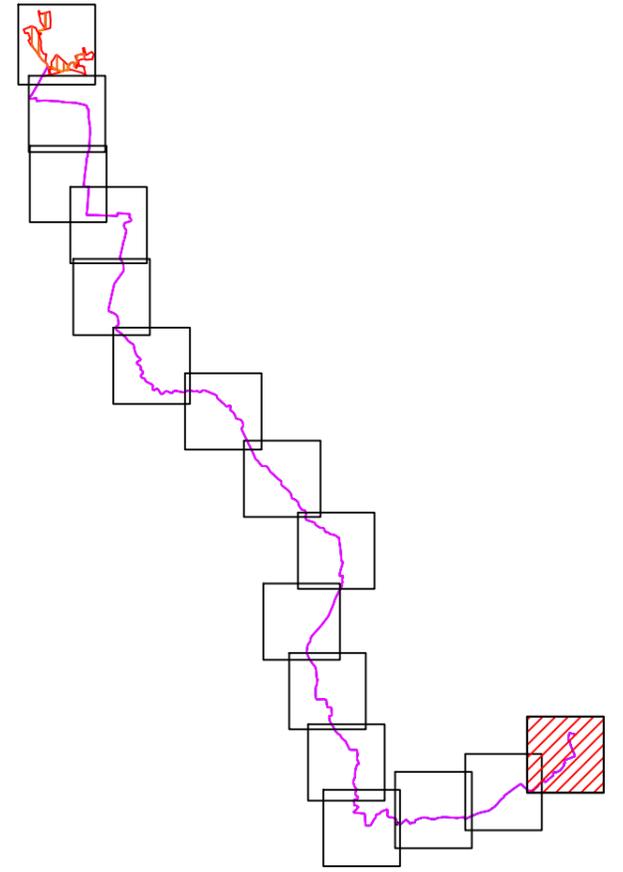


| LEYENDA | |
|---------|----------------------------------|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO |
| | CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | |
|-------------|---|-----|----------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 17 DE 18 |
| Comprobado | | | |
| ID.s.Normas | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 15 | | Firma: |
| 1/7.500 | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

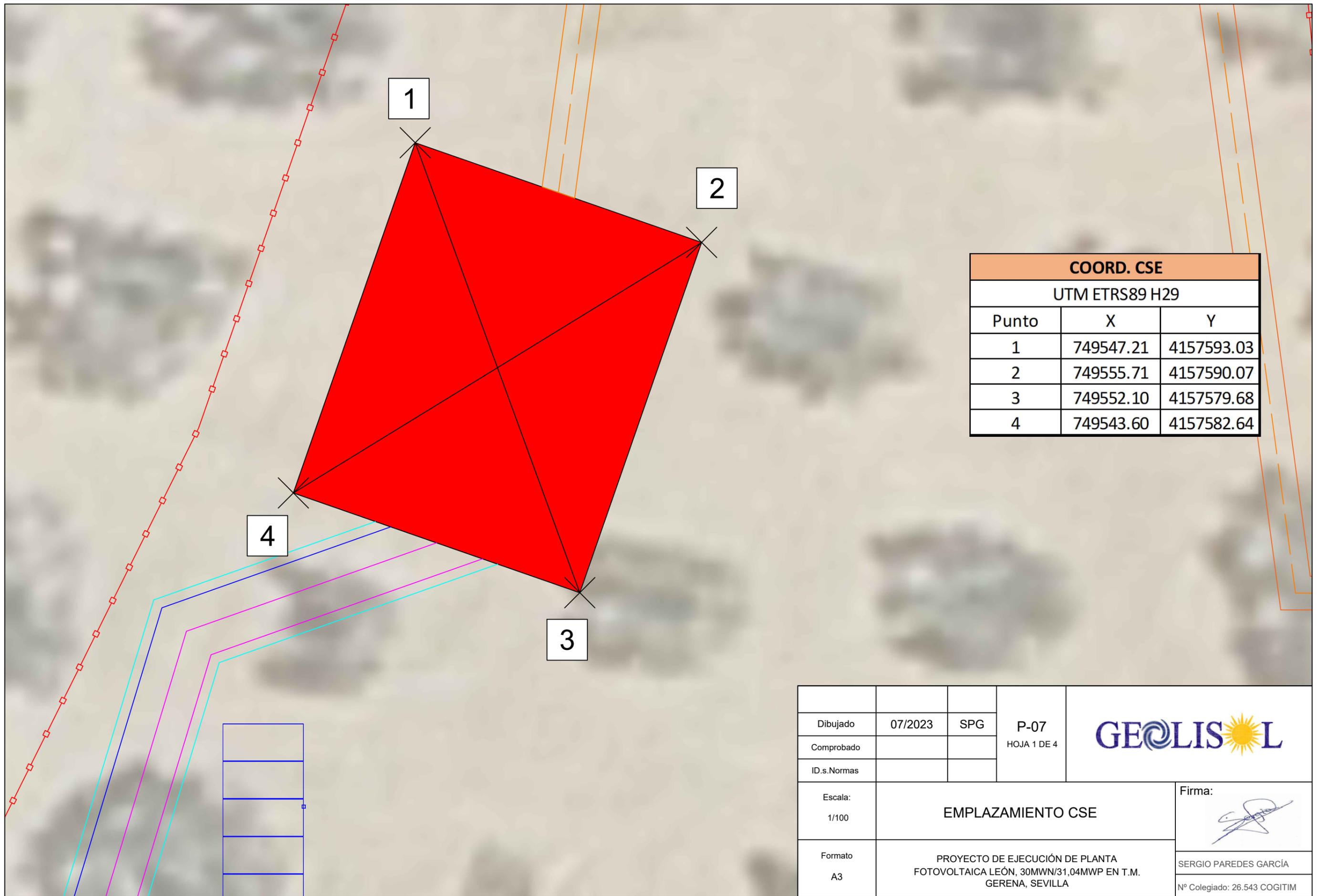


| PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN - AFECCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | |
|---|---------------|-------------------|----------|---------|----------------|
| NÚMERO AFECCIÓN | DATOS PARCELA | | | | |
| | Provincia | Termino Municipal | Polígono | Parcela | Ref Catastral |
| 247 | Sevilla | Tomares | | | 000500100QB23H |
| 248 | Sevilla | Tomares | 2 | 9001 | 41093A00209001 |
| 249 | Sevilla | Tomares | | | 1297201QB6319N |
| 250 | Sevilla | Tomares | | | 1795401QB6319N |
| 251 | Sevilla | Tomares | | 1 | 1795401QB6319N |
| 252 | Sevilla | Tomares | | 1 | 2097501QB6329N |
| 253 | Sevilla | Tomares | | 3 | 2200803QB6420S |
| 254 | Sevilla | Tomares | | 11 | 2910011QB6421S |
| 255 | Sevilla | Tomares | | 22 | 2910022QB6421S |
| 256 | Sevilla | Tomares | | 21 | 2910021QB6421S |
| 257 | Sevilla | San Juan | | 1 | 2299701QB6329N |
| 258 | Sevilla | San Juan | | 2 | 2704002QB6420S |
| 259 | Sevilla | San Juan | | 6 | 3105006QB6430N |
| 260 | Sevilla | San Juan | | 5 | 3105005QB6430N |



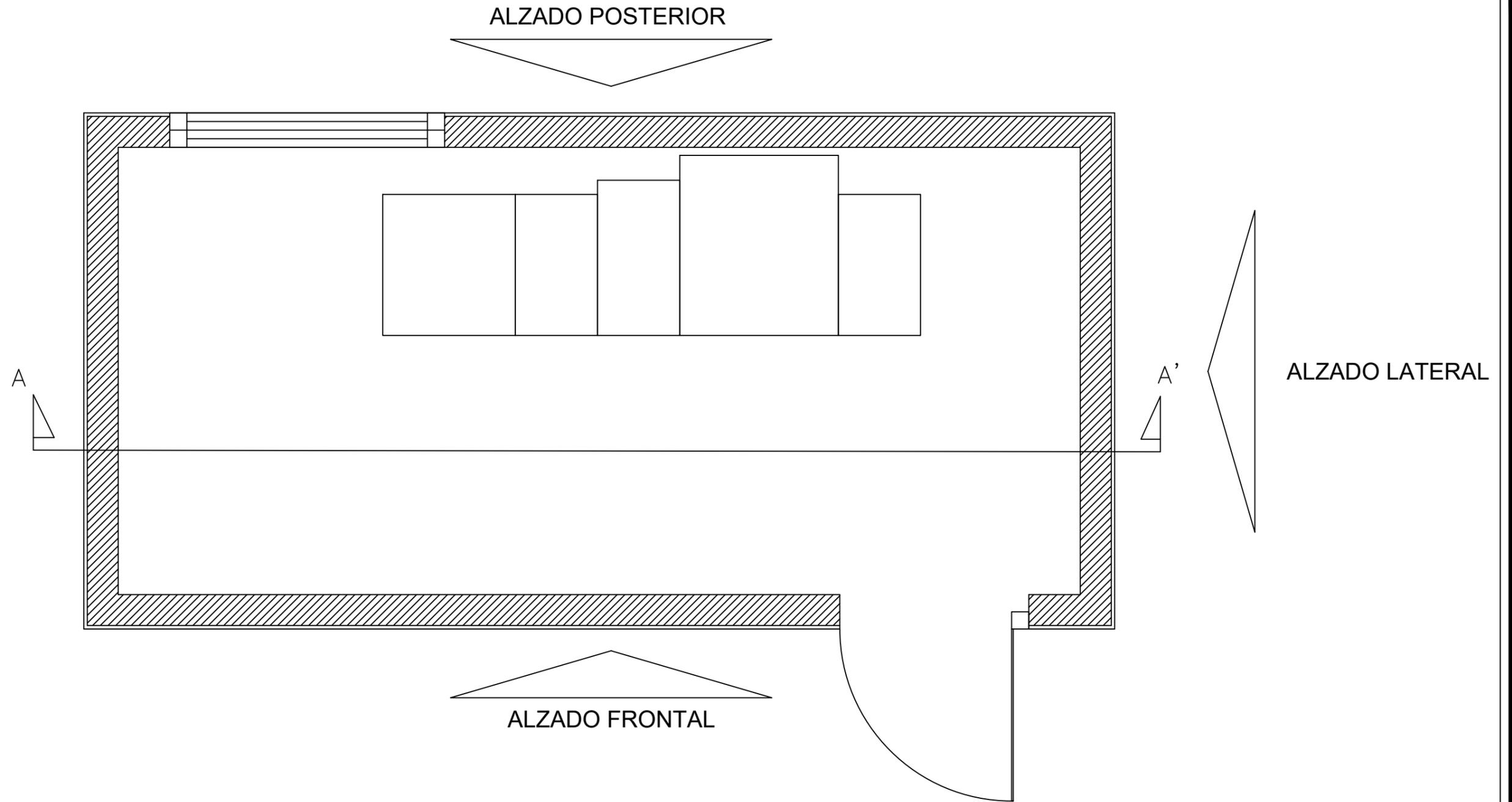
| LEYENDA | |
|---------|---|
| | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| | VALLADO PERIMETRAL |
| | CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
| | ZANJA |
| | LIMITE TERMINO MUNICIPAL |
| | RÍO, BARRANCO, ARROYO ... |
| | CAMINO CAÑADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ... |
| | CARRETERA |
| | LÍNEA AÉREA EXISTENTE |
| | EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|-----------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-06 HOJA 18 DE 18 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PARCELARIO TRAMO 16 | | | Firma: |
| 1/7.500 | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



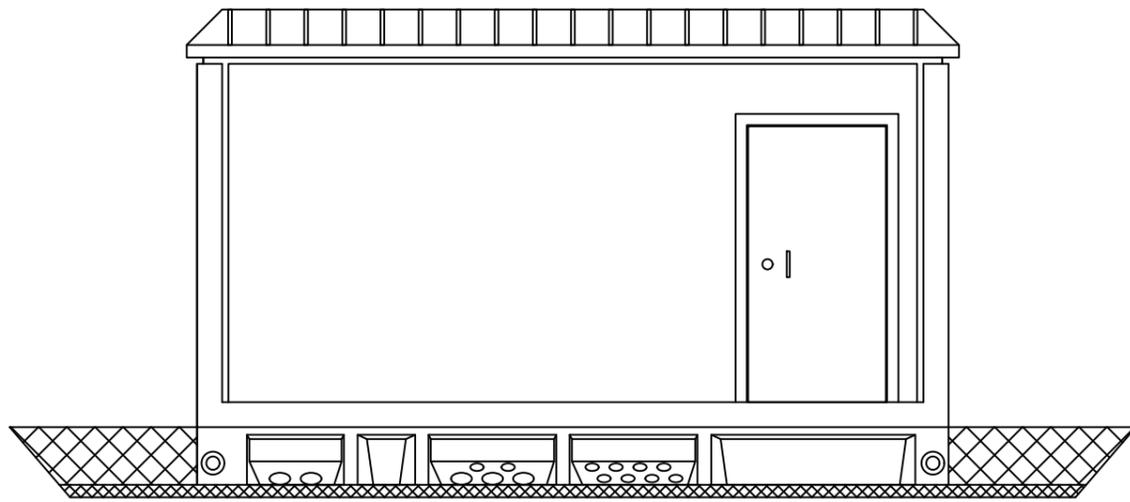
| COORD. CSE | | |
|----------------|-----------|------------|
| UTM ETRS89 H29 | | |
| Punto | X | Y |
| 1 | 749547.21 | 4157593.03 |
| 2 | 749555.71 | 4157590.07 |
| 3 | 749552.10 | 4157579.68 |
| 4 | 749543.60 | 4157582.64 |

| | | | | |
|-------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-07 HOJA 1 DE 4 |  |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | EMPLAZAMIENTO CSE | | | Firma: |
| 1/100 | | | |  |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

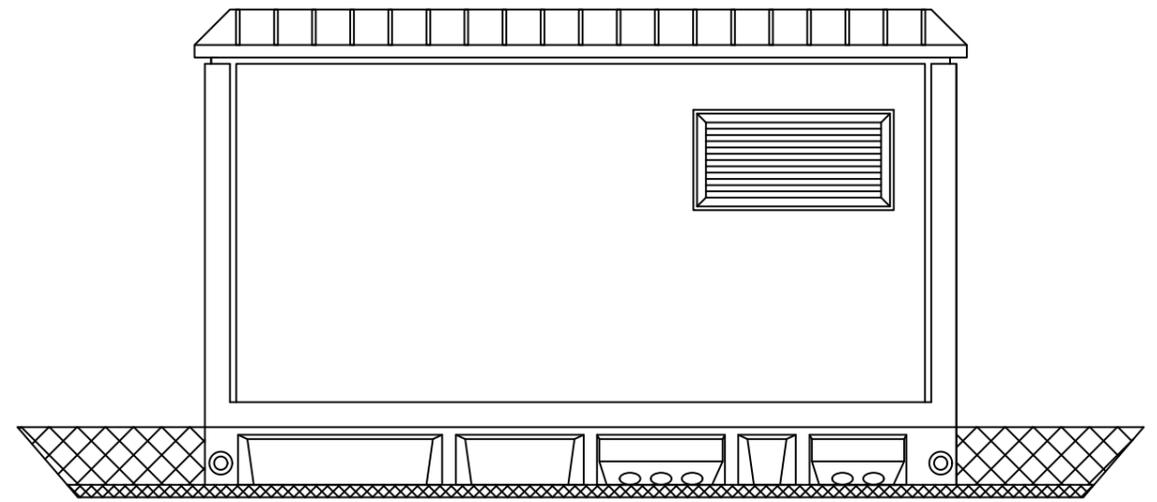


| | | | | |
|-------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-07 HOJA 2 DE 4 |  |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | PLANTA CSE | | | Firma: |
| S/E | | | |  |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |

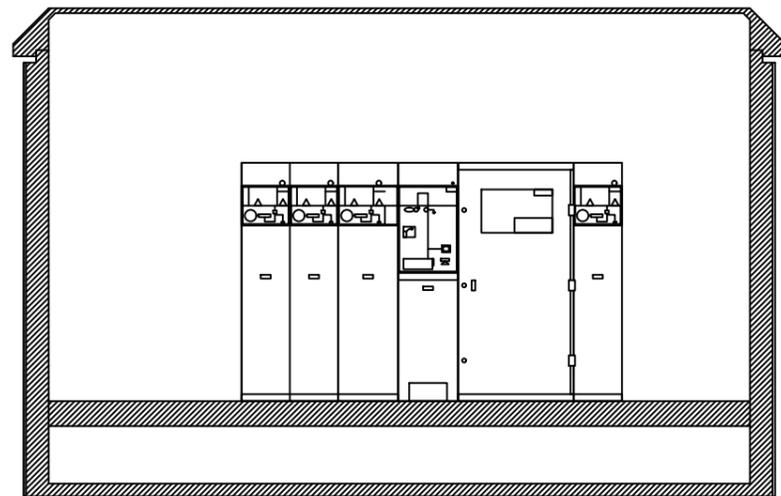
ALZADO FRONTAL



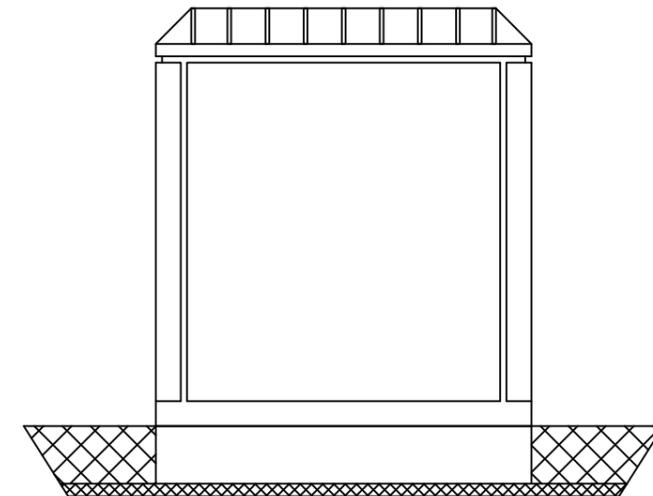
ALZADO POSTERIOR



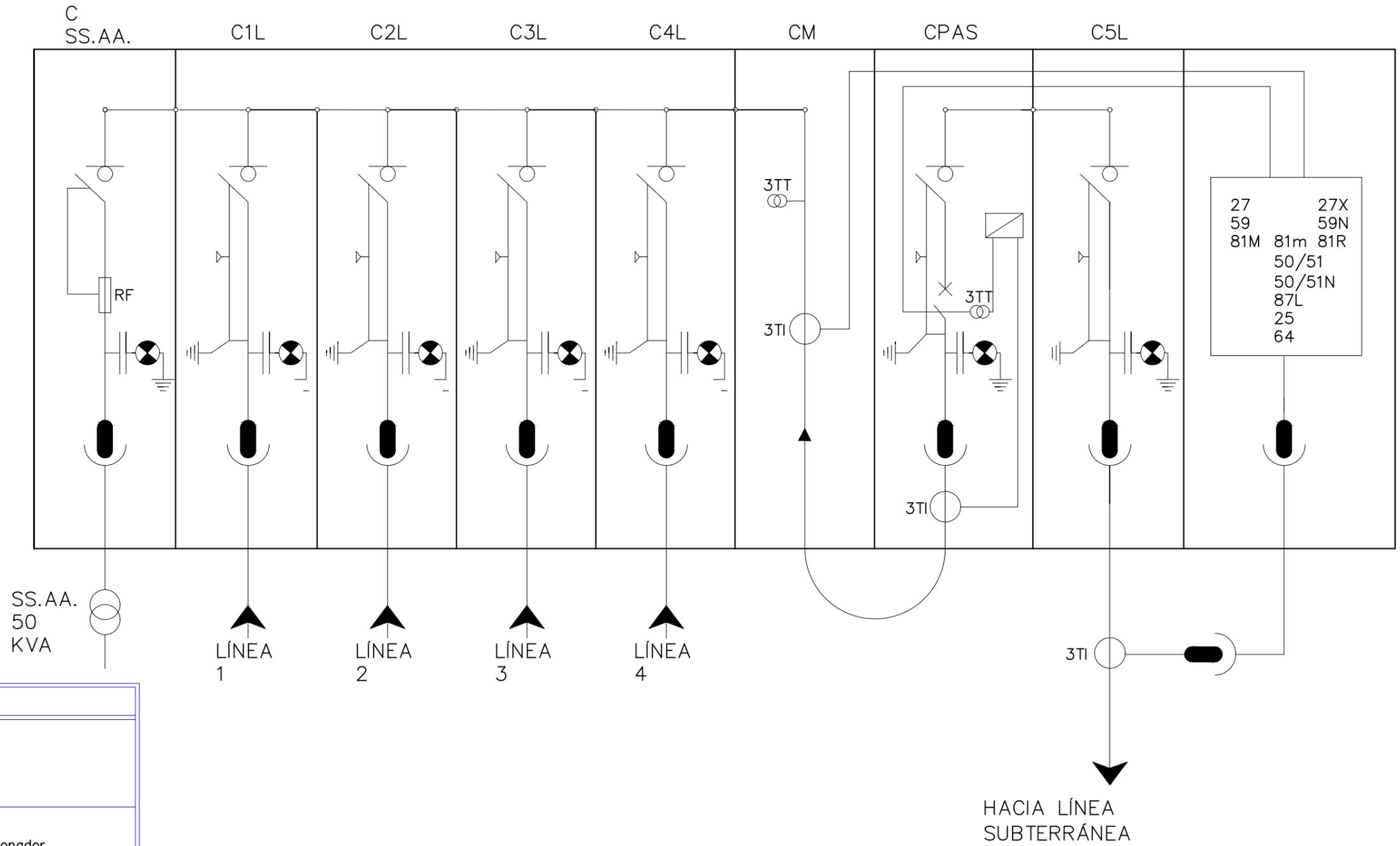
SECCIÓN A-A'



ALZADO LATERAL



| | | | | |
|----------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-07 HOJA 3 DE 4 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: S/E | ALZADO Y SECCIÓN CSE | | | Firma: |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



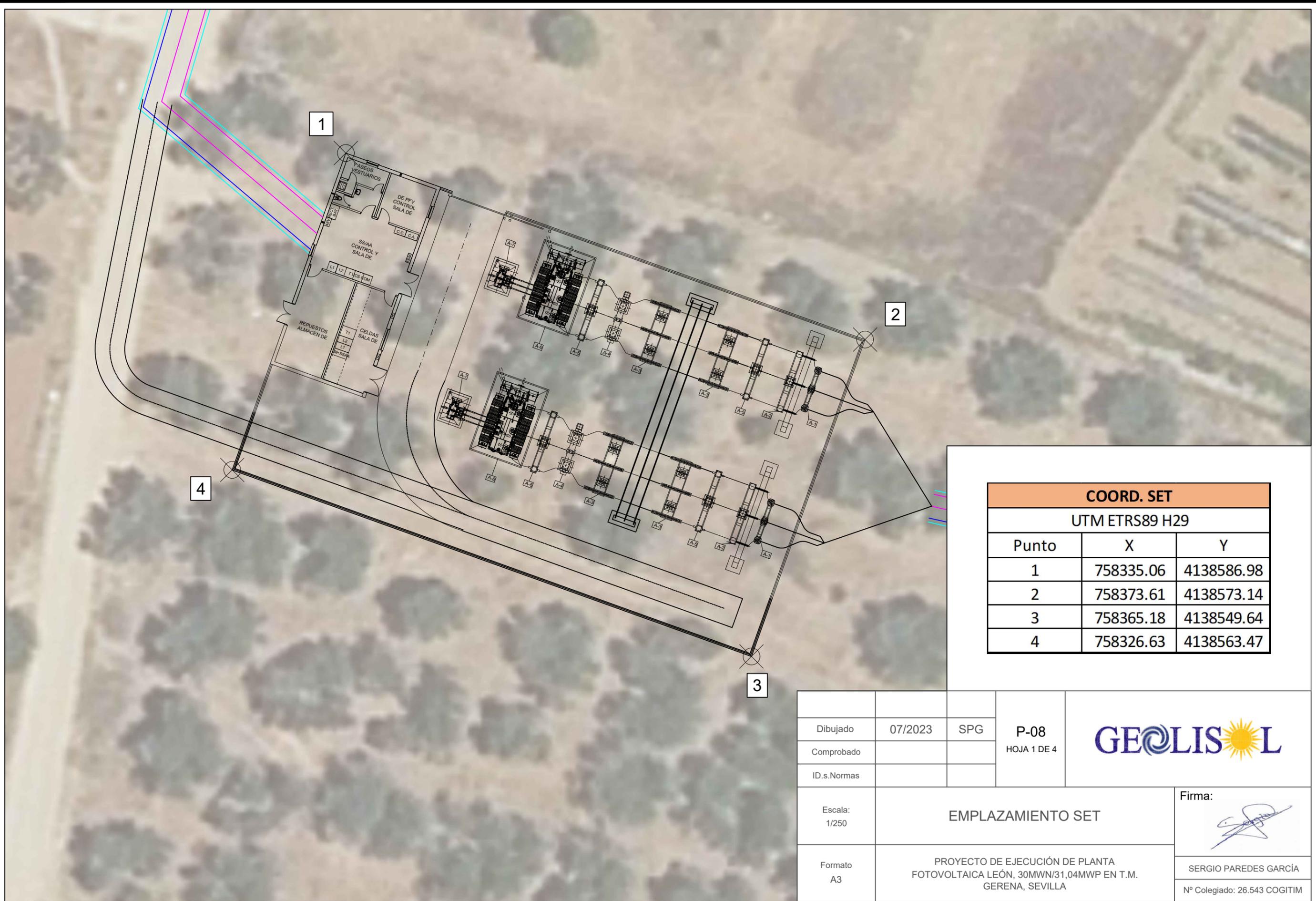
SS.AA.
50
KVA

LÍNEA 1
LÍNEA 2
LÍNEA 3
LÍNEA 4

HACIA LÍNEA
SUBTERRÁNEA

| LEYENDA | |
|---------|--|
| | Interruptor |
| | Interruptor seccionador |
| | Terminal Media Tensión |
| | Toma de tierra |
| | Capacitador o detector de tensión luminoso |
| | Transformador de tensión |
| | Transformador de intensidad |

| | | | | |
|-------------|---|-----|---------------------|------------------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-07 HOJA 4 DE 4 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | ESQUEMA UNIFILAR CSE | | | Firma: |
| S/E | | | | |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



| COORD. SET | | |
|----------------|-----------|------------|
| UTM ETRS89 H29 | | |
| Punto | X | Y |
| 1 | 758335.06 | 4138586.98 |
| 2 | 758373.61 | 4138573.14 |
| 3 | 758365.18 | 4138549.64 |
| 4 | 758326.63 | 4138563.47 |

| | | | |
|-------------|---------|-----|---------------------|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-08 HOJA 1 DE 4 |
| Comprobado | | | |
| ID.s.Normas | | | |

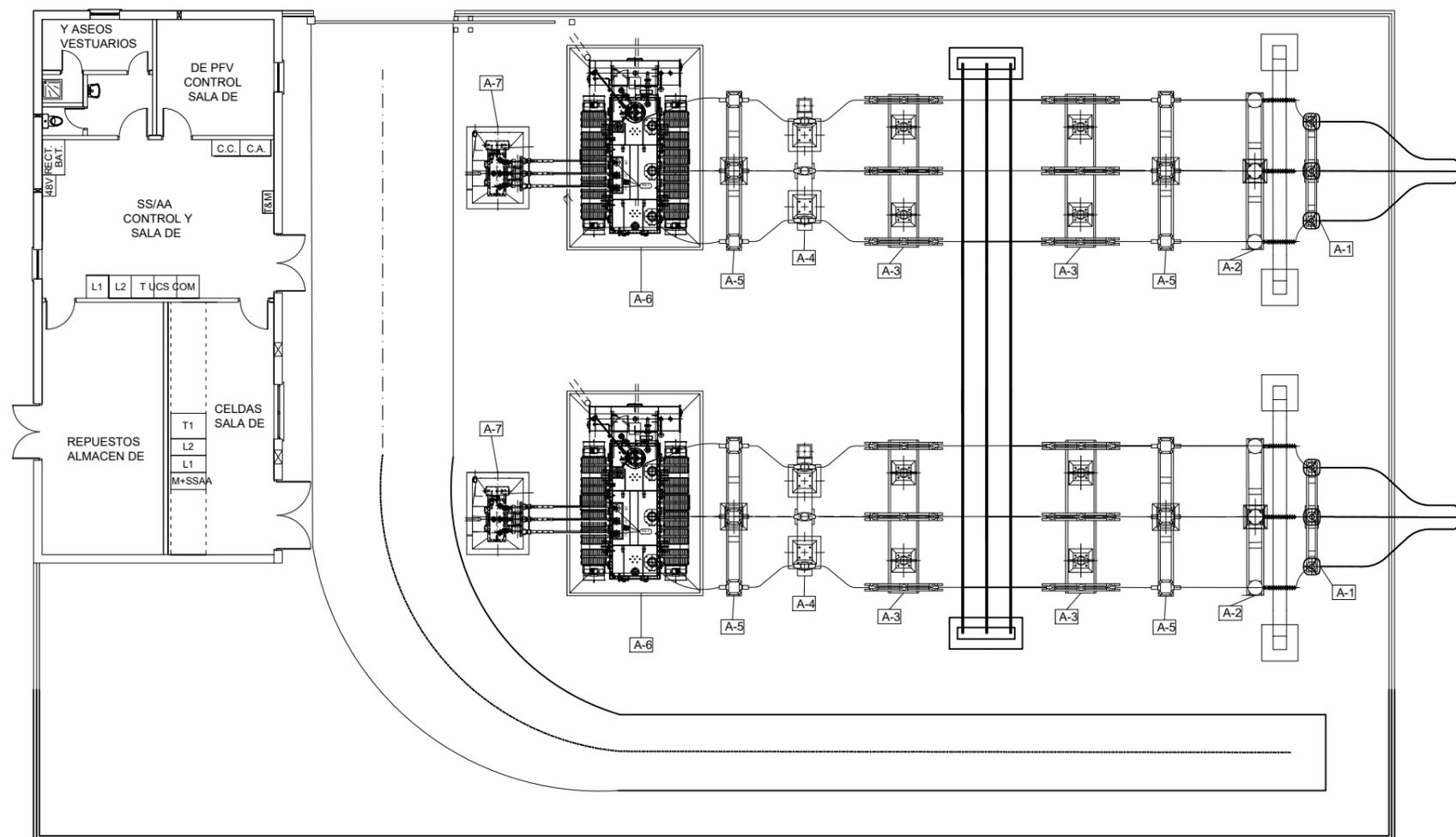


| | |
|---|--------------------------|
| Escala: 1/250 | EMPLAZAMIENTO SET |
| Formato A3 | |
| PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | |

Firma:

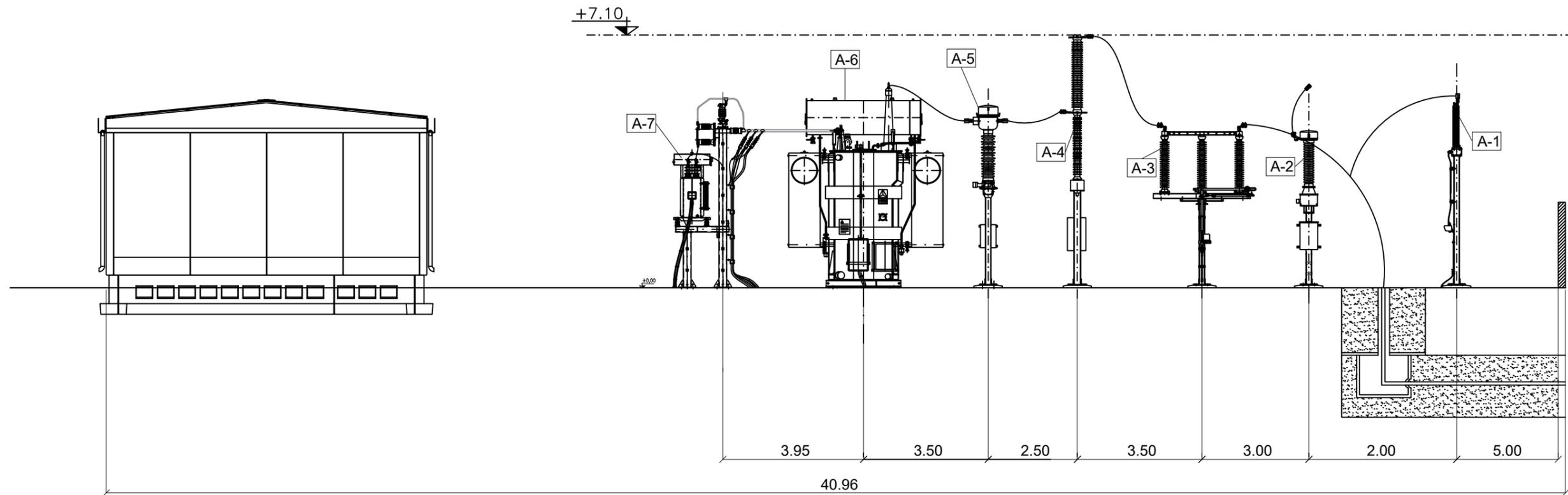


SERGIO PAREDES GARCÍA
Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



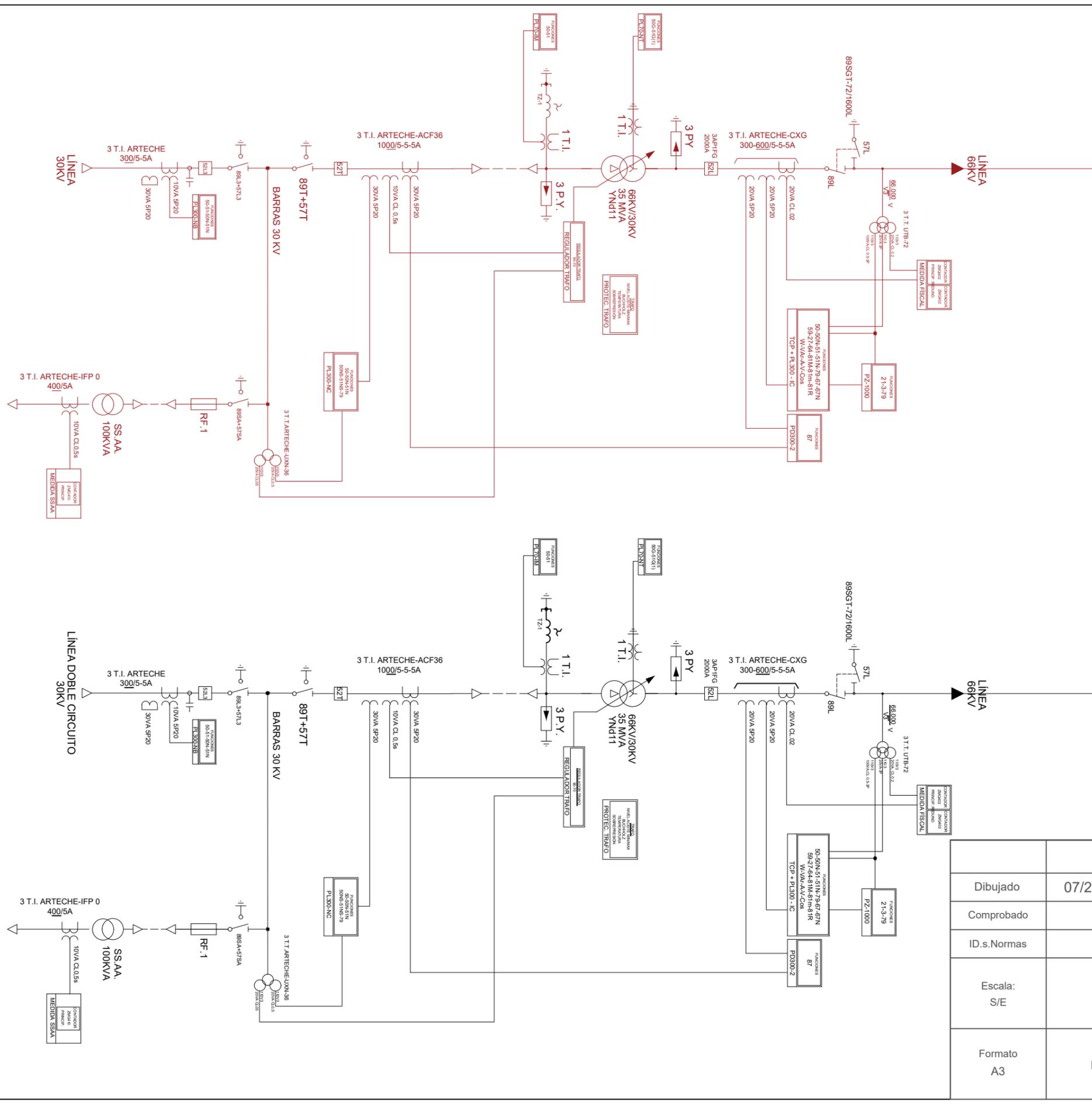
| LEYENDA | |
|---------|-----------------------------|
| A-1 | AUTOVALVULAS |
| A-2 | TRANSFORMADOR DE TENSIÓN |
| A-3 | SECCIONADOR |
| A-4 | INTERRUPTOR |
| A-5 | TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD |
| A-6 | TRANSFORMADOR |
| A-7 | REACTANCIA |

| | | | | |
|------------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-08 HOJA 2 DE 4 | |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: 1/250 | PLANTA SET | | | Firma: |
| Formato A3 | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA N° Colegiado: 26.543 COGITIM |



| LEYENDA | |
|---------|-----------------------------|
| A-1 | AUTOVALVULAS |
| A-2 | TRANSFORMADOR DE TENSIÓN |
| A-3 | SECCIONADOR |
| A-4 | INTERRUPTOR |
| A-5 | TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD |
| A-6 | TRANSFORMADOR |
| A-7 | REACTANCIA |

| | | | | |
|-------------|---|-----|---------------------|---|
| Dibujado | 07/2023 | SPG | P-08 HOJA 3 DE 4 |  |
| Comprobado | | | | |
| ID.s.Normas | | | | |
| Escala: | ALZADO SET | | | Firma: |
| 1/150 | | | |  |
| Formato | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA | | | SERGIO PAREDES GARCÍA |
| A3 | | | | Nº Colegiado: 26.543 COGITIM |



ZANJA SUBTERRÁNEA COMÚN

| LEYENDA | |
|---------|----------------------------|
| | TRAF0 P.F. SAN JUDAS TADEO |
| | TRAF0 P.F. LEÓN |
| | ZANJA SUBTERRÁNEA COMÚN |

| | | | |
|----------------|--|-----|---|
| | P-08 HOJA 4 DE 4 | | Firma: |
| | Dibujado: 07/2023 Comprobado: ID.s.Normas: | SPG | |
| Escala: S/E | ESQUEMA UNIFILAR SET | | PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA LEÓN, 30MWN/31,04MWP EN T.M. GERENA, SEVILLA |
| Formato: A3 | | | |

CAPÍTULO V. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO V. PLIEGO DE CONDICIONES | 1 |
| 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS. | 4 |
| 1.1. Objeto del pliego de condiciones. | 4 |
| 1.2. Normativa aplicable. | 4 |
| 1.3. Dirección facultativa..... | 5 |
| 1.4. Contratación de las obras. | 5 |
| 1.5. Obligaciones del contratista..... | 7 |
| 1.6. Precios..... | 8 |
| 1.7. Medición y valoración. | 8 |
| 1.8. Certificaciones. | 8 |
| 1.9. Recepción y liquidación de obras..... | 9 |
| 1.10. Obligaciones del propietario..... | 10 |
| 1.11. Señalización de obras..... | 10 |
| 1.12. Conservación del paisaje y limpieza final de las obras..... | 10 |
| 1.13. Normas de carácter general..... | 11 |
| 1.14. Gastos de carácter general a cargo del contratista. | 12 |
| 1.15. Contradicciones y omisiones del proyecto. | 12 |
| 1.16. Materiales y ensayos. | 12 |
| 2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES. | 13 |
| 2.1. Descripción de las obras..... | 13 |
| 2.2. Condiciones de ejecución de las obras..... | 13 |
| 2.3. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras..... | 13 |
| 3. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES. | 14 |
| 3.1. Con carácter general. | 14 |
| 3.2. Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características..... | 14 |
| 4. CONDICIONES DE EJECUCIÓN | 16 |
| 4.1. Excavaciones..... | 16 |
| 4.2. Rellenos..... | 16 |
| 4.3. Hormigonados | 16 |
| 4.4. Encofrados..... | 16 |
| 4.5. Estructuras metálicas..... | 17 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6. Con carácter general | 17 |
| 4.7. Tierras | 17 |
| 4.8. Cables de fuerza y control | 17 |
| 5. TRABAJOS ELÉCTRICOS GENERALES..... | 18 |
| 5.1. Generalidades. | 18 |
| 5.2. Canalizaciones eléctricas..... | 18 |
| 5.3. Sistema de puesta a tierra | 20 |
| 5.4. Recepción de la obra | 21 |

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS.

1.1. Objeto del pliego de condiciones.

En el pliego, se señalarán los criterios generales que serán de aplicación, se describirán las obras comprendidas y se fijarán las características de los materiales a emplear que no se definen en la "Memoria", las normas que han de seguirse en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para las recepciones, las formas de medición y abono de las obras, y el plazo de garantía.

1.2. Normativa aplicable.

En las obras necesarias a acometer en este tipo de instalaciones para su ubicación y correcto funcionamiento, se contemplará en todo momento el cumplimiento de todas las disposiciones incluidas en las normas que a continuación se detallan:

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, así como las ampliaciones y modificaciones posteriores.
- Normas UNE de la Asociación Española de normalización y certificación. AENOR.
- Normas CEI.
- Recomendaciones UNESA.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, RD 223/2008 de 15 de febrero de 2008, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, RD 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, publicado en BOE número 139 de 9 de junio de 2014.
- Orden de 6 de julio de 1984, del Ministerio de Industria y Energía por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 10 de marzo de 2000 por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 y MIE-RAT19 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

- Documentos de Idoneidad Técnica (D.I.T.) concedidos por el I.E.T.C.C. para los diversos materiales.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio por el que se establece la Instrucción de hormigón estructural EHE.
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Norma de construcción sismorresistente (Parte general y edificación) NCSE-02. Real Decreto 997/2002 de 27 de Septiembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, así como las ampliaciones y modificaciones posteriores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75), B.O.E. 7 de julio de 1976 y sus ampliaciones y modificaciones posteriores.
- Anexo P.O. 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas. Resolución de 04-10-2006, BOE 24/10/06.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

1.3. Dirección facultativa.

Director de obra podrá ser aquella persona con capacidad técnico-legal completa, siendo su misión la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o mediante delegación a representantes con atribuciones para ello; pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta solución es útil y necesario para la buena marcha de las obras.

1.4. Contratación de las obras.

Puede ser Contratista todo español o extranjero que se halle en plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar, exceptuándose aquellos que:

1. Se hallen procesados.
2. Estén en suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.
3. Estén en deuda con los caudales públicos.

El contrato se formalizará mediante documento público o privado a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el contrato se especificarán las particularidades que convengan ambas partes y deberá llevar el visto bueno del Director de obra.

Como requisito previo e indispensable a la firma del contrato, el contratista firmará al pie del pliego de condiciones del presente Proyecto.

El Director de obra podrá exigir al contratista la presentación de avales y referencias, ya sean bancarias o de otras entidades o personas.

La fianza que se exigirá al contratista para que responda del cumplimiento del contrato, consistirá en una retención porcentual, a determinar según los casos, sobre el importe de los pagos que se establezcan en el contrato, salvo que dicho documento establezca otro procedimiento. Ambas partes aceptan la jurisdicción de los Tribunales de esta ciudad, o superiores competentes, con arreglo a la legislación vigente y hacen renuncia expresa a todos los efectos, del fuero propio que pudiera corresponderles jurídicamente.

Con cargo a la fianza se realizarán aquellos trabajos con orden de ejecución a terceros ante la negativa del contratista a realizar por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas; sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que dicho importe no bastase para abonar la totalidad de los gastos ocasionados.

El propietario tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

1. Muerte o quiebra del contratista.
2. Incumplimiento del contrato o de las condiciones estipuladas en este pliego.
3. Modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Director de obra.
4. No dar comienzo a los trabajos durante el plazo señalado.
5. Abandono de la obra sin causa justificada.
6. Mala fe o morosidad en la ejecución.
7. Insubordinación o falta de observancia a las órdenes recibidas por el Director de la obra.
8. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin que esta esté concluida.
9. Retraso notorio de la marcha de la obra sin causa justificada sobre el "Calendario de Realización" presentado por el contratista.

En todos los casos de rescisión del contrato por incumplimiento del contratista, llevará implícita la pérdida de la fianza, sin que se admita reclamación alguna ni otros derechos que el abono de la cantidad de obra ejecutada y de recibo de los materiales acopiados al pie de obra que, a juicio de la Dirección, reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma.

La interpretación de cuantos casos de rescisión pueda presentarse, corresponde al Director de obra.

El contratista, por su parte, tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

1. Cuando las variaciones introducidas en la obra aumenten o disminuyan el importe de ésta en más de un 20% por alteración en el número o clase de unidades.
2. Cuando por razones ajenas al contratista se pase más de un año sin poder trabajar en la obra, en una escala equivalente a la mitad de la prevista con arreglo al plazo establecido.
3. Cuando se retrase más de seis meses el pago de alguna certificación.

En el caso de rescindir, sin incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste tendrá derecho al cobro de los gastos no resarcibles efectuados hasta la fecha de la notificación y valorados contradictoriamente más de un 30% del valor de la obra que reste por ejecutar.

Será facultativo del propietario autorizar en su caso la petición del contratista de traspasar el contrato a otro contratista. Igualmente, en caso de muerte o quiebra del contratista y previa aprobación del propietario, podrán los herederos o síndicos de aquél, traspasarlos a otro contratista. En todos los casos, este último ha de reunir las condiciones especificadas en este pliego.

1.5. Obligaciones del contratista.

El contratista queda obligado a hacer todo cuanto sea necesario para la buena marcha y construcción de las obras, aun cuando no se halle taxativamente expresado en los documentos del Proyecto, pero implícito en el mismo.

El contratista cumplirá todo lo prescrito por las Ordenanzas Municipales, Legislación del Trabajo, Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Protección, Seguros de Accidentes, Seguros Sociales, de Responsabilidad Civil, Criminal, de las obras y cualquier otra disposición que afecte a las obras en general.

Estas obligaciones incluyen también todas las que pudieran dictarse con carácter de obligatoriedad durante la realización de los trabajos. El contratista deberá presentarse en la obra siempre que lo convoque la Dirección.

De los accidentes que puedan sobrevenir de la inobservancia de las disposiciones vigentes se hará responsable el contratista, declinando toda su responsabilidad el Director de obra.

El personal empleado por el contratista habrá de reunir unas mínimas condiciones de competencia y comportamiento a juicio del Director de obra, que en todo momento podrá imponer la sustitución de aquél que no alcanzará dichos mínimos.

El contratista confeccionará un "Calendario de Realización", a fin de cumplir el plazo de ejecución señalado en el contrato y lo someterá a la aprobación de la propiedad y de la Dirección de Obra antes de comenzar los trabajos, aunque se reserve el derecho de alterarlo en caso de que lo juzgue necesario para la buena marcha de las obras. Si las obras no se realizan por contrata, sino por gestión directa de la propiedad, ésta, independientemente de su función específica, asumirá las responsabilidades que en

este pliego de condiciones sea inherente del contratista a quien reemplaza.

1.6. Precios.

El presupuesto del contratista se entiende que comprende la obra completamente terminada y llevará implícito el importe de los trabajos auxiliares (limpieza del solar, vallado, etc.), y todo tipo de cargas que de ella se deriven, así como los útiles, herramientas y materiales necesarios para la completa realización de las obras.

Los precios de unidad de obra, así como los de los materiales o mano de obra de trabajos que no figuren en los cuadros de precios, se fijarán contradictoriamente entre la Dirección y el contratista, extendiéndose por duplicado el acta correspondiente.

En el caso de no llegar a un acuerdo, la Dirección podrá hacer ejecutar estas unidades en la forma que estime más conveniente. La fijación del precio contradictorio se hará antes de que se ejecute la obra a que haya de aplicarse, pero si por cualquier causa hubiera sido ejecutada, el contratista queda obligado a aceptar el precio que señale el Director de obra.

El contratista no podrá reclamar variación alguna de los precios incluidos en el presupuesto aprobado, salvo variaciones oficiales.

1.7. Medición y valoración.

Todas las operaciones y medios auxiliares que se necesitan para los replanteos serán de cuenta del contratista, no teniendo por este concepto derecho a reclamación alguna.

Las mediciones se verificarán aplicando la unidad de medida que sea más apropiada, en la forma y condiciones que estime justa el Director de obra y multiplicando el resultado final por el precio unitario correspondiente.

El precio por unidad de medida incluye el de los materiales, caso de haberlos, así como mano de obra y cuantos medios auxiliares sean necesarios para su completa ejecución.

Cuando por rescisión u otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto aceptado, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionándola de otra forma que la establecida en los cuadros de composición de precios.

Las diferencias por exceso que resultan en las mediciones de las distintas unidades de obra, sobre las marcadas en los planos y el estado de mediciones aprobado, no se abonarán al contratista en ningún caso, salvo que sea aprobado por el Director de obra. En ningún caso se admitirá que la diferencia entre la obra medida y la que figure en los planos sea por defecto.

1.8. Certificaciones.

Las obras ejecutadas se abonarán en función de Certificaciones previamente aprobadas por el Director de Obra. Dichas Certificaciones tendrán como base la medición en obra de los trabajos ejecutados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el

Proyecto y a la aplicación de los precios unitarios previamente estipulados en el contrato y de acuerdo con lo previsto en el mismo y en el pliego de condiciones a estos efectos.

Del importe de cada Certificación se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido. Las Certificaciones no tendrán más que un carácter provisional y no suponen la aprobación o recepción de las obras que en ella figuren, hasta la medición y valoración de la recepción final.

1.9. Recepción y liquidación de obras.

Se entiende que el plazo de entrega de las obras comprende:

1. La total terminación de las obras.
2. La recepción de las mismas por el Director.
3. La limpieza total de las mismas (escombros, vallas, etc.).

Antes de la recepción provisional de las obras y con la asistencia del propietario, el Director de Obra y el contratista, se practicará un reconocimiento detenido de las mismas y se levantará un acta por triplicado firmada por los asistentes legales de las tres partes antes citadas, en cuyo caso:

1. Si las obras se hallan en estado de ser admitidas, se darán por recibidas provisionalmente, haciendo constar y comenzando a correr el plazo de garantía.
2. Si las obras no se hallan en perfecto estado de ser recibidas, se hará constar igualmente en el acta y se dará al contratista las instrucciones oportunas para redimir los defectos observados, fijándose un plazo. Expirado éste, se realizará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder a la recepción provisional de las obras. Si el contratista no hubiese cumplido, se rescindirá el contrato con pérdida de la fianza, a no ser que el propietario acceda a concederle un nuevo e improrrogable plazo.

El plazo de garantía será el estipulado en el contrato, mínimo un año, contando a partir de la fecha de recepción provisional, quedando a cargo del contratista durante dicho plazo la vigilancia y conservación de la obra y arreglo de los desperfectos que provengan de asientos, vicios de mala construcción y defectos de las instalaciones. Efectuada la recepción provisional, si durante el plazo de garantía fuese preciso efectuar cualquier clase de trabajo, se procederá de la siguiente manera para su abono:

1. Si los trabajos a efectuar estuvieran especificados en el Proyecto y, sin causa justificada, no se hubieran realizado a su debido tiempo, serán valorados según los precios que figuren en el presupuesto.
2. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del propietario, se valorarán y abonarán éstos a los precios del día, previamente acordados.

3. Si los trabajos a ejecutar son para reparar desperfectos ocasionados por la deficiencia de la construcción o mala calidad de los materiales, no se abonará nada al contratista.

La recepción definitiva se efectuará después de transcurrido el plazo de garantía:

1. Si las obras se encuentran en perfecto estado de uso y conservación, a partir de dicha fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos que sean inherentes a la normal conservación.

2. Si las obras se encuentran en perfecto estado de uso y conservación, se procederá de idéntica forma a lo preceptuado para la recepción provisional, sin que el contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna bajo ningún concepto.

Una vez verificada la recepción definitiva, se efectuará la liquidación definitiva; esto es, la fianza más o menos el saldo de la liquidación definitiva, según sea a favor o en contra. Se devolverá dentro del mes siguiente de la fecha de aprobación de la liquidación.

1.10. Obligaciones del propietario.

Se hará cargo de todas las obligaciones inherentes a su condición de propietario, corriendo de su cuenta, por tanto, todas las tramitaciones y gastos que de los diferentes conceptos se deriven.

El propietario no podrá nunca dar órdenes directas al contratista o personal subalterno de éste. En todo caso se hará a través de la Dirección de Obra.

1.11. Señalización de obras.

El contratista estará obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra. Sin perjuicio del cumplimiento por parte del contratista de toda Reglamentación de Seguridad vigente, viene asimismo obligado a que toda clase de elementos que se instalen para el cumplimiento de las mismas, así como la señalización y demás medios materiales, rotulaciones..., tengan una presentación adecuada y decorosa.

1.12. Conservación del paisaje y limpieza final de las obras.

El contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje de las zonas en que se hallan las obras.

En este sentido cuidará el emplazamiento y estética de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones y depósitos construidos con carácter temporal para el servicio de la misma deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Toda la obra se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos por su realización.

1.13. Normas de carácter general.

1.13.1. Daños.

En la construcción se procurará ocasionar los mínimos daños posibles, aleccionando al personal en este sentido.

Una vez acabada cada una de las partes de la instalación, se dejará el terreno colindante limpio de materiales sobrantes, reuniéndolos y retirándolos a vertederos o lugares de recogida de residuos, de tal forma que el terreno quede en las mismas condiciones que antes de comenzar.

Se tomará nota de la superficie de terreno sembrado que haya sido deteriorado, así como el número de cepas, arbustos y árboles (indicando su superficie y diámetro) que haya sido necesario talar; y se enviará la relación completa de los daños a la compañía constructora.

1.13.2. Transporte y almacenamiento.

Se pondrá cuidado en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales empleados para la construcción de la instalación, para evitar que sufran deterioros por golpes o roces, atendiendo especialmente en el transporte de determinados materiales, como apartamento, transformador, celdas, elementos de protección y medida. Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller que durante el montaje.

En el transporte de los tubos se tendrá especial cuidado en colocarlos descansando por completo en la superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no fuera completamente plana, se colocarán listones de madera para compensar dichos salientes. La parte más expuesta, que es el extremo del tubo, se protegerá para evitar que pueda sufrir deterioro. Se sujetarán los tubos con cuerda, nunca con cables ni alambres, para evitar que rueden y reciban golpes.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les puedan producir aplastamiento; asimismo, se evitará que otros cuerpos, principalmente si tienen aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos.

Los tubos de PVC deberán ser transportados entre dos personas.

1.13.3. Recepción de materiales.

Los materiales de la instalación serán sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que cumplen con las condiciones exigidas.

Para ello se presentarán muestras de los materiales a emplear con la antelación suficiente y antes de su instalación para su reconocimiento y ensayo, bien en obra (si existen los medios suficientes) o bien en un laboratorio.

De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos, debiendo ser sustituidos por otros nuevos.

El material procedente de fabricantes y talleres será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, postes en malas condiciones, etc.; con el fin de que pueda procederse a su cambio.

1.14. Gastos de carácter general a cargo del contratista.

Correrán a cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de acopio y de la propia obra contra deterioro; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los de limpieza general de la obra; los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, el contratista deberá proporcionar el personal y los materiales necesarios para la liquidación de las obras, abonando los gastos de las Actas Notariales que en su caso sea necesario levantar.

Asimismo, el contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y liquidación de las obras.

1.15. Contradicciones y omisiones del proyecto.

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre Planos y Pliego de Condiciones se consultará al Director de Obra.

Las omisiones en los Planos y en el Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo la intención de lo expuesto, y que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de la obra, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y en el Pliego de Condiciones, para conservar el espíritu de los mismos.

1.16. Materiales y ensayos.

Los materiales serán de la mejor procedencia debiendo cumplir las especificaciones que para los mismos se indican en el presente Pliego de Condiciones. Los ensayos y pruebas tanto de materiales como de unidades de obra se ajustarán a lo aquí señalado.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES.

2.1. Descripción de las obras.

Comprende el presente proyecto la ejecución de las obras e instalación de los materiales necesarios para la construcción y montaje de la Planta Fotovoltaica.

2.2. Condiciones de ejecución de las obras.

Todas las obras comprendidas en este proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los materiales necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente Pliego, todos estos materiales deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y ensayados, en caso de creerlo necesario el Director de Obra.
- Después de ser aprobado y aceptado el material, deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias.
- Si durante la ejecución de las obras se observase, por cualquier motivo, que algún material no es idóneo al fin del proyecto, éste deberá sustituido por otro que sí lo sea.

2.3. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras.

Una vez iniciadas las obras, deberán continuarse sin interrupción, salvo expresa indicación del Director de Obra.

El contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la correcta y rápida ejecución de las mismas.

La realización de las obras se llevará a cabo con los materiales aprobados previamente por el Director de Obra. Cualquier cambio introducido deberá justificarse. Terminadas las obras e instalaciones, se realizarán las pruebas en presencia del Director de Obra. Si el resultado no fuese satisfactorio, el contratista habrá de ejecutar las reparaciones, reposiciones y operaciones necesarias a su costa, para que las obras de instalación se hallen en perfectas condiciones.

3. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.

3.1. Con carácter general.

1. Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio por el que se establece la Instrucción de hormigón estructural EHE.
2. Documentos de Idoneidad Técnica (D.I.T.) concedidos por el I.E.T.C.C. para los diversos materiales.
3. Norma de construcción sismorresistente (Parte general y edificación) NCSE-02. Real Decreto 997/2002 de 27 de Septiembre.
4. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75), B.O.E. 7 de julio de 1976 y sus ampliaciones y modificaciones posteriores.
5. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
6. Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

3.2. Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características

3.2.1. *Áridos para morteros y hormigones*

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán las condiciones que para los mismos se indican en el artículo correspondiente a la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EHE).

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección Facultativa podrá establecer su clasificación disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que se estimen convenientes.

El tamaño máximo del árido grueso será inferior a los cuatro quintos (4/5) de la separación entre armaduras y al tercio (1/3) del ancho o espesor mínimo de la pieza que se hormigona.

3.2.2. *Agua*

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general, cumplirá las condiciones que se prescribe la Instrucción EHE.

3.2.3. *Cemento*

Se usará cemento Tipo H cumpliendo las condiciones prescritas en el Pliego de Condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos (RC-88) y las indicadas en el artículo correspondiente a la citada Instrucción EHE.

En los casos que determine el Proyecto o en su caso la Dirección Facultativa de las obras, el cemento a emplear cumplirá las condiciones de los resistentes a las aguas selenitosas, suelos con gran contenido en sulfatos, u otros cementos especiales.

3.2.4. *Morteros expansivos en rellenos de huecos de hormigón*

Se empleará para el relleno de orificios dejados por las espadas del encofrado para el hormigonado o para el relleno de huecos en hormigón.

La puesta en obra de este mortero se hará de la forma que en cada caso determine la Dirección de Obra.

Este mortero se obtendrá mediante adición al cemento de expansionantes de reconocido prestigio, removiéndolo bien y confeccionando a continuación el mortero en la forma habitual.

Se utilizará mortero 1:3 con una relación A/C de 0,5 y la proporción de expansionamiento será del 3 % del peso del cemento.

3.2.5. Hormigones

Se prevén los siguientes hormigones:

A. Hormigón en masa HM-15 para limpieza de cimentaciones, presoleras y hormigonado de canalizaciones.

B. Hormigón HM-20 para arquetas de hormigón armado.

En cuya denominación, el número indica la resistencia característica específica del hormigón a compresión a los 28 días, expresada en kp/cm².

La consistencia de todos los hormigones será plástica, salvo que, a la vista de ensayos al efecto, la Dirección de Obra decidiera otra cosa, lo que habría de comunicar por escrito al Contratista, quedando este obligado al cumplimiento de las condiciones de resistencia y restantes que especifique aquella de acuerdo con el presente Pliego. La consolidación del hormigón se hará mediante vibradores en número y potencia suficientes.

3.2.6. Aceros en redondos para armaduras.

Todo el acero de este tipo será de dureza natura, tendrá un límite elástico característico como mínimo igual a cuatro mil cien kilogramos por centímetro cuadrado, 4.100 kg/cm², (AEH-400N), y cumplirá lo previsto en la Instrucción EHE.

Asimismo, estará en posesión del Sello de Calidad del CIETSID, debiendo llevar grabadas las marcas de identificación según norma UNE 36088/II/75.

El material será acopiado en zonas adecuadas para su conservación y clasificación por tipos y diámetros, de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general. Cuando se disponga acopiado sobre el terreno, se extenderá previamente una capa de grava o zahorras sobre la que se situarán las barras. En ningún caso se admitirá acero de recuperación.

4. CONDICIONES DE EJECUCIÓN

Los componentes fundamentales de la subestación están suficientemente definidos en la Memoria Descriptiva y en los Planos incluidos en el presente Proyecto.

La información se completa con la Relación de Materiales que figura en el Presupuesto.

Respecto a la obra civil se indica a continuación la calidad y preparación de los materiales a utilizar.

4.1. Excavaciones

En función de las características propias del terreno, se seguirán las normas establecidas para la realización de las excavaciones.

Los productos sobrantes de las excavaciones deberán ser depositados en escombreras autorizadas.

4.2. Rellenos

Los rellenos se realizarán con zahorras seleccionadas, en capas que no superarán los 0,30 m de espesor, compactados hasta conseguir el 95 % del Ensayo Próctor modificado según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

4.3. Hormigonados

Se realizará una limpieza de la superficie de contacto, antes de verter hormigón endurecido, mediante chorro de agua y aire a presión, y/o picado. El hormigón se compactará por vibración hasta asegurar la eliminación de todos los huecos y el aire de la masa, y que sale la lechada a la superficie.

Durante el primer periodo de endurecimiento, no se someterá al hormigón a cargas estáticas o dinámicas que puedan provocar su fisuración y la superficie se mantendrá húmeda durante 7 días, como mínimo, protegiéndola de la acción directa de los rayos solares.

No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2 °C, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0 °C durante las 48 horas siguientes, ni cuando la temperatura ambiente alcance los 40 °C. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

4.4. Encofrados

Los encofrados de madera o metálicos serán estancos y estarán de acuerdo con las dimensiones previstas en el proyecto, serán indeformables bajo la carga para la que están previstos y no presentarán irregularidades bruscas superiores a 2 mm ni suaves superiores a 6 mm medidas sobre la regla patrón de 1 m de longitud. Su desplazamiento final, respecto a las líneas teóricas de replanteo, no podrá exceder de los 6 mm.

4.5. Estructuras metálicas

La presentación de los anclajes se efectuará con las plantillas previstas para este fin. Una vez clasificada la estructura y comprobado que las dimensiones (incluso taladros) corresponden a las medidas indicadas en el Proyecto, se procederá al izado de la misma.

Las tolerancias admitidas son:

- Alineación: ± 5 mm.
- Nivelación: ± 5 mm.
- Aplomado: $\pm h/1000$ (h = altura).

En los elementos que tengan que soportar aparatos no se admitirán errores superiores a $\pm 2,5$ mm de nivelación.

4.6. Con carácter general

4.6.1. Zanjas

Las zanjas se realizarán en paralelo con los caminos de acceso, tal y como indican los planos, y se colocarán los elementos según las disposiciones tipo.

4.7. Tierras

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

4.8. Cables de fuerza y control

Los cables se fijarán en los extremos mediante prensaestopas o grapas de presión. Todos los cables estarán identificados y marcados. Cada hilo será igualmente identificado en sus dos extremos y marcado con la numeración que figure en los planos de cableado correspondiente.

5. TRABAJOS ELÉCTRICOS GENERALES

5.1. Generalidades.

Este apartado será de aplicación al:

- Montaje de canalizaciones eléctricas, incluyendo en este concepto la canalización propiamente dicha, el soportado de la misma y las tapas o blindajes de protección que pudieran incluirse en el diseño

- Tendido y conexionado de cables.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de iluminación y fuerza.

Se establecen en este punto las instrucciones generales que deben seguirse para la correcta preparación, ejecución y documentación de los trabajos que se lleven a cabo durante el montaje.

5.2. Canalizaciones eléctricas.

REQUISITOS GENERALES

Previamente a la instalación, el CONTRATISTA realizará un replanteo de detalle, ajustándose exactamente a la situación de bornas de equipos y a la geometría de las estructuras y del trazado general, debiendo tener especialmente en cuenta que:

- A. El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales de las paredes o estructuras que las soporten o delimiten.
- B. El replanteo de detalle que elabore el CONTRATISTA será presentado a la Dirección Técnica en obra, de la que deberá obtener su aprobación antes del inicio de los trabajos.

Las canalizaciones podrán ser de alguno de los siguientes tipos:

- De hormigón/ hormigón vibropresado
- De cemento.
- De plástico.
- Metálicas.

Puesto que en este proyecto existen en principio canalizaciones, no se hace más referencia a ellas.

Conexionado

- A. Antes de proceder al conexionado definitivo de los cables a sus equipos, el

CONTRATISTA llevará a cabo las siguientes operaciones y comprobaciones:

1. Procederá al pelado de los hilos, para lo que se emplearán herramientas adecuadas, con el fin de no deteriorar el hilo ni su aislamiento.

2. Efectuará una comprobación al 100% de la continuidad eléctrica de los hilos que pretenda conectar. Esta comprobación se realizará en circuito abierto, alimentando con una batería de C.C. y utilizando un aparato luminoso-acústico.
3. Realizará, asimismo, una comprobación al 100% de aislamiento entre conductores y entre cada uno de ellos y tierra. Para la medida de la resistencia de aislamiento se utilizará un Megger capaz de proporcionar tensión continua en vacío comprendida entre los 500 y 1.000 voltios, para circuitos de baja tensión, y de 2.500 a 5.000 voltios, para circuitos de alta tensión.

El valor de la resistencia, medida en ohmios, se considerará aceptable cuando se supere la cantidad que se obtenga de multiplicar por 100 la tensión máxima de servicio, expresada en voltios, con un valor mínimo de 250.000 ohmios.

B. Para la realización de las comprobaciones realizadas en el párrafo anterior, el CONTRATISTA elaborará un Procedimiento para la Comprobación de la Continuidad y Aislamiento Eléctrico que presentará a la Dirección Técnica para su aprobación.

En dicho procedimiento se reflejará de forma ordenada y detallada la siguiente información:

- Aparatos y esquemas de la instalación para la comprobación de la continuidad eléctrica de los conductores.
- Medidas a realizar de la resistencia de aislamiento.
- Aparatos y esquemas de conexión para la realización de la medida de aislamiento.
- Tabla de valores admisibles para la resistencia de aislamiento, en función de las diferentes tensiones de servicio que se dispongan en la planta.
- Precauciones que deberán tomarse durante la realización de las medidas y comprobaciones.

C. Para la conexión de los diferentes hilos, se empleará una herramienta de engaste que garantice el control de la presión sobre el terminal.

D. El terminal a emplear en armarios eléctricos y paneles en general, será del tipo de presión preaislado de punta u ojal, según exija el punto donde vaya conexionado.

E. Paralelamente a la ejecución del conexionado, se llevará a cabo el etiquetado del cable, así como de los hilos que lo compongan, ajustándose a los siguientes requisitos:

1. La etiqueta del cable se conectará en el punto de interrupción de la cubierta exterior.
2. La etiqueta del cable llevará marcado con tinta indeleble su número de identificación y composición.
3. Dichas etiquetas consistirán en un manguito termorretráctil. El material empleado en su fabricación contará con la aprobación de la Dirección Técnica.
4. La etiqueta del hilo se colocará inmediatamente antes de su conexión a las regletas de origen y destino.

5. La etiqueta del hilo llevará marcado con tinta indeleble el número de identificación del cable al que pertenezca y a la borna de conexión de origen y destino.

F. Simultáneamente con el conexionado, se realizarán “in situ” las operaciones de taladrado, enhebrado del cable y apriete de la prensa que deban llevarse a cabo para asegurar la estanqueidad del paso del cable o el grapado en perfiles normalizados que aseguren firmeza.

5.3. Sistema de puesta a tierra

TENDIDO Y CONEXIONADO DE LOS CIRCUITOS A TIERRA

1. Las uniones entre cables o entre cables y pletinas de cobre desnudo se realizarán según se indique en el Proyecto, de alguna de las siguientes formas:

- Soldadura aluminotérmica.
- Uniones atornilladas.
- Grapas.
- Terminales.

2. En el caso de uniones soldadas, se elaborará y presentará a la aprobación de la DIRECCIÓN TÉCNICA un Procedimiento para la realización de la soldadura de tipo aluminotérmico, en el que además de quedar reflejadas las variables de proceso, se establecerán la forma y los medios para el cumplimiento de las siguientes condiciones:

2.1. Preparación de la unión:

- Se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir hasta que éstos tengan el brillo del metal. Se podrá utilizar para esa operación lija o cepillo de acero.

- Los conductores mojados o húmedos deberán quedar perfectamente secos, pues la realización de la soldadura en tales circunstancias ocasionaría la aparición de porosidades, que harían rechazable la unión.

- Asimismo, los conductores que hubieran sido tratados con aceites o grasa serán previamente desengrasados, utilizando para ello un producto adecuado.

- Los moldes para la realización de la soldadura serán los que en cada caso (dependiendo de los materiales a unir), recomiende el fabricante aprobado.

- A cada tipo de unión corresponderá un diseño de molde. No se permitirá la colocación de suplementos en los moldes para realizar soldaduras diferentes con un mismo diseño de molde.

- Antes de realizar la soldadura, los moldes deberán limpiarse y secarse cuidadosamente.

2.2. Ejecución de la soldadura

- Se deberán tener en cuenta las instrucciones del fabricante, las cuales se reflejarán en el procedimiento de soldadura.

- El calor producido durante el proceso de unión no deberá provocar la fusión de ningún punto de los elementos a unir.

- Figurarán en el procedimiento los criterios de rechazo de soldadura, indicando que serán 100% rechazables las uniones con grietas, poros, derrames, o cualquier otro fallo.

- El máximo número de veces que se podrá emplear un mismo molde se establecerá a partir de las recomendaciones del fabricante (máximo 50 soldaduras). Como medida de seguridad adicional, se llevarán a cabo muestreos sobre un 5% de las uniones realizadas con un mismo molde.

3. Las uniones atornilladas entre pletinas o las que se realicen con grapas especiales o mediante terminales, se efectuarán observando las siguientes precauciones:

- Se limpiarán previamente las superficies de contacto, con el fin de que la resistencia eléctrica de la unión sea mínima.

- La limpieza indicada anteriormente se llevará a cabo de forma que no se elimine el galvanizado de las pletinas o estructuras que lleven este tratamiento.

- El CONTRATISTA deberá dar el par de apriete adecuado a los tornillos, con el fin de asegurar la continuidad de la unión.

5.4. Recepción de la obra

1. Previo a la recepción el CONTRATISTA hará entrega de la documentación final en la que se recogerá el estado último en el que ha quedado la instalación: planos, mediciones, recorridos...

2. En la recepción provisional estarán presentes el funcionario técnico asignado por la Administración, el facultativo encargado de la Dirección de Obra y el CONTRATISTA, levantándose el acta correspondiente.

Al realizarse la recepción de las obras, el CONTRATISTA deberá presentar las pertinentes autorizaciones de los organismos oficiales para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. De no cumplirse este requisito, no se llevará a cabo la recepción.

A partir de la fecha de recepción provisional, el CONTRATISTA garantiza todas las obras ejecutadas y los materiales empleados, durante un año. En este periodo se corregirán las desviaciones observadas, se eliminarán las obras rechazadas y se repararán todas aquellas posibles averías surgidas en lo que tenga que ver con el proyecto.

Conforme a lo expuesto anteriormente, firmo el presente pliego de condiciones.

Madrid, julio de 2023
Sergio Paredes García,
Nº de colegiado 26.543 por el COGITIM



CAPÍTULO VI. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO VI. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2. MEMORIA DESCRIPTIVA | 5 |
| 2.1. Antecedentes | 5 |
| 2.2. Titular del proyecto..... | 5 |
| 2.3. Objetivo del estudio de Seguridad y Salud..... | 5 |
| 2.4. Ámbito de aplicación..... | 5 |
| 2.5. Legislación y normativa técnica de aplicación..... | 6 |
| 2.6. Empresa responsable del plan de seguridad..... | 7 |
| 2.7. Relación de elementos a utilizar..... | 7 |
| 2.8. Implantaciones de salubridad y confort..... | 8 |
| 2.9. Botiquín de primeros auxilios..... | 10 |
| 2.10. Atención en caso de accidente..... | 10 |
| 3. RIESGOS LABORALES EVITABLES MEDIDAS PREVENTIVAS..... | 12 |
| 3.1. Identificación de los distintos riesgos laborales que puedan ser evitados | 12 |
| 3.2. Identificación de los riesgos laborales de carácter genérico más frecuentes y medidas preventivas a adoptar..... | 13 |
| 4. RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS – MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES Y EFICACIA DE LAS MISMAS..... | 15 |
| 4.1. Identificación de los distintos riesgos laborales que no pueden ser evitados. | 15 |
| 4.2. Medidas preventivas que palien los riesgos inevitables..... | 15 |
| 4.3. Eficacia de las medidas preventivas..... | 16 |
| 5. PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS Y OBJETOS..... | 18 |
| 6. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL..... | 36 |
| 6.1. Ordenación de la acción preventiva..... | 36 |
| 6.2. Organigrama funcional..... | 37 |
| 6.3. Normas generales de seguimiento y control..... | 39 |
| 6.4. Reuniones de seguimiento y control interno..... | 42 |

| | | |
|-------|--|----|
| 7. | FORMACIÓN E INFORMACIÓN..... | 44 |
| 7.1. | Acciones formativas..... | 44 |
| 7.2. | Instrucciones generales y específicas..... | 45 |
| 7.3. | Información y divulgación..... | 46 |
| 7.4. | Atribuciones generales de seguridad del personal facultativo de la obra. 47 | |
| 7.5. | Funciones específicas de seguridad..... | 49 |
| 8. | NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD..... | 58 |
| 9. | MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA..... | 59 |
| 9.1. | Condiciones generales..... | 59 |
| 9.2. | Información previa..... | 59 |
| 9.3. | Servicios afectados: identificación, localización y señalización..... | 59 |
| 9.4. | Accesos, circulación interior y delimitación de la obra..... | 60 |
| 10. | MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN..... | 62 |
| 10.1. | Protecciones colectivas..... | 62 |
| 10.2. | Equipos de protección individual..... | 62 |
| 11. | SEÑALIZACIONES..... | 64 |
| 11.1. | Normas generales..... | 64 |
| 11.2. | Señalización de las vías de circulación..... | 64 |
| 11.3. | Personal auxiliar de los maquinistas para señalización..... | 64 |
| 12. | CONCLUSIÓN..... | 65 |

1. INTRODUCCIÓN

Se adjunta el presente Estudio de Seguridad y Salud a efectos de dar cumplimiento al RD. 1627/1997 de 24 de Octubre, que en su art. 4 nos dice:

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:
 - Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 euros.
 - Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
 - Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. Antecedentes

El presente Estudio de Seguridad y Salud es parte del Proyecto de Ejecución Planta Fotovoltaica “León” 31,04 MWp / 30 MWn y Sistema de Evacuación, ubicado en el término municipal de Gerena, en la provincia de Sevilla.

La Planta Solar Fotovoltaica “León” se contempla como una sola instalación de 30.000 kW nominales, y para evacuar la energía producida a la subestación “Tomares” mediante una línea subterránea de evacuación de Alta Tensión a 66 kV.

Las características principales de la obra son las siguientes:

- Plazo de ejecución del proyecto: 209 días
- Número máximo de trabajadores en los momentos de mayor intensidad: 20 personas
- Presupuesto de ejecución material: 13.855.719,92 €

2.2. Titular del proyecto

La entidad promotora de la actuación es la siguiente:

- EXPANSIÓN FOTOVOLTAICA, S.L CIF: B-09605387

Los datos de la persona y dirección de contacto a efectos de notificaciones relacionadas son los siguientes:

- Avenida Reyes Católicos 4, 9B, 09004, Burgos.

2.3. Objetivo del estudio de Seguridad y Salud.

El presente Estudio de Seguridad y Salud laboral (en lo sucesivo E.S.S.), tiene por objeto cumplimentar las previsiones contenidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS, con la descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hallas de utilizarse en la presente obra, así como con los sistemas de ejecución de las empresas subcontratadas, trabajadores autónomos, industriales y oficios que han de intervenir en dichos trabajos.

2.4. Ámbito de aplicación.

La vigencia del Estudio de Seguridad y Salud se inicia desde la fecha en que se produzca el visado del proyecto base de ejecución por el Colegio Oficial Correspondiente y la aprobación expresa del Plan de Seguridad, por el Coordinador en materia de Seguridad e Higiene durante la ejecución de la Obra, responsable de su control y seguimiento.

Su aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa constructora, el dependiente de otras empresas subcontratadas por esta y los distintos trabajadores autónomos, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

2.5. Legislación y normativa técnica de aplicación.

- Ley 31/1.995, Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

2.5.1. Estudio básico de seguridad e higiene.

- R.D. 1627/97 por el que se establece la obligatoriedad de la inclusión de un estudio básico de seguridad e higiene en el trabajo, en los proyectos de construcción (B.O.E de 25/10/97).

2.5.2. Reglamentos.

- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE nº 60 11/03/2006.
- Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (R.D 485/97 B.O.E 23/04/97). Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (R.D 842 de 2/8/02. B.O.E de 18/9/02).
- R.D. 1407/92 de 20/11/92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPIs).
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 B.O.E de 12/06/97.
- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 B.O.E de 07/07/97.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, B.O.E de 31/01/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de Abril B.O.E de 23/04/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de Abril, B.O.E de 23/04/97.
- R.D. 171/04 de 30/01/04, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, B.O.E. 31/01- 04, de prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de Actividades Empresariales y sus correcciones.
- Protección de la Salud de los Trabajadores contra los Riesgos Relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo corrección de erratas. (R.D. 374/01 de 6 de Abril, B.O.E.01/05/01).
- Disposiciones mínimas para la protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico, R.D.614/01 de 8 de Junio, B.O.E. 21/06/01.

- Modificación del R.D. 665/97, de 12 de Junio, sobre la protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los Agentes Mutágenos, R.D.349/03 de 21 de Marzo, B.O.E. 05/04/03.
- Protección de la Salud y la Seguridad de los trabajadores Expuestos a los Riesgos Derivados de las Atmósferas Explosivas en el lugar de trabajo, R.D. 681/03 de 12 de Junio, B.O.E. 18/06/03.

2.5.3. Normas.

- Norma Básica de la Edificación.
- Normas NTE que les sean de aplicación, según fase de obra. Normas UNE que les sean de aplicación.

2.6. Empresa responsable del plan de seguridad.

No se ha determinado a fecha actual la empresa responsable.

2.7. Relación de elementos a utilizar.

Está previsto que se utilicen durante el transcurso de la obra la siguiente maquinaria, máquinas herramientas y herramientas siguientes:

Movimiento de tierras:

Comprende toda la maquinaria necesaria para la realización de los trabajos de desbroce y excavaciones a cielo abierto y en zanja. Los equipos de trabajo que se consideran son:

- Martillo rompedor
- Retroexcavadora
- Pala cargadora
- Excavadora de draga de arrastre
- Zanjadora continua.

Transporte horizontal:

Comprende toda la maquinaria necesaria para la entrega en obra de los materiales de construcción y el movimiento de materiales, todo ello en sentido horizontal. Los equipos de trabajo que se consideran son:

- Carretilla por pinzas elevadoras o torito
- Camión basculante

Maquinaria de elevación:

Comprende toda la maquinaria necesaria para la elevación y montaje de los módulos y resto de materiales. Los equipos de trabajo que se consideran son:

- Cabrestante (maquinillo)
- Puente grúa
- Maquinaria para hormigones
- Bomba de hormigón hidráulica
- Camión hormigonera
- Autohormigonera
- Proyectadora de mortero y hormigones

Maquinaria para compactación y pavimentación:

Comprende toda la maquinaria necesaria para el relleno y el compactado de tierras. Los equipos de trabajo que se consideran son:

- Extendedora
- Rodillo vibrante autopropulsado
- Explanadora

Maquinaria transformadora de energía:

Comprende la maquinaria necesaria para transformar la energía eléctrica en energía mecánica. El equipo de trabajo que se considera es:

- Motor eléctrico

Máquinas herramientas:

Comprende toda la maquinaria necesaria para llevar a cabo determinados trabajos en la obra. Los equipos de trabajo que se consideran son:

- Martillo neumático.
- Electroesmeriladora (radial).
- Tronzadora de metal.
- Tronzadora de cerámica.
- Sierra de cinta.
- Amasadora.

Herramientas:

Comprende todas las herramientas necesarias para la ejecución de la obra. Los equipos de trabajo que se consideran son:

- Eléctricas portátiles.
- Hidráulicas portátiles.
- De corte y soldadura de metales.
- Herramientas de mano.

2.8. Implantaciones de salubridad y confort.

La contrata principal, así como las empresas subcontratadas vinculadas contractualmente con ella, asume en primera instancia la dotación y mantenimiento de la implantación para albergar, en condiciones de salubridad y confort equivalentes, a la totalidad del personal que participe en esta obra.

El cargo de amortización, alquileres y limpieza, derivados de la dotación y equipamiento de estas instalaciones provisionales del personal en obra, se prorrateará por parte de la empresa constructora en función de las necesidades de utilización tanto del personal propio como del subcontratado en condiciones de una utilización no discriminatoria, funcional y digna.

El cálculo estimativo de las condiciones de utilización de este tipo de implantación provisional de obra será el siguiente:

Comedores colectivos:

Se dotará cuando más de 10 trabajadores tomen su comida en la obra. Superficie aconsejable: 1,20 m por persona.

Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Bancos corridos y mesas de superficie fácil de limpiar (hule, tablero fenólico o laminado). Dimensiones previstas: 0,65 m lineal por persona.

Dotación de agua: Un grifo y fregadero por cada 10 usuarios del refectorio y un botijo por cada 5 productores.

Plancha, hornillo o parrilla a gas, electricidad o de combustión de madera para calentar la comida, a razón de un punto de calor para cada 12 operarios.

Recipiente hermético de 60 l de capacidad y escoba con recogedor para facilitar el acopio y retirada de desperdicios, por cada 20 productores.

Retretes:

Estarán separados por sexos.

Situados en lugar aislado de los comedores y vestuarios. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación continua:

Una placa turca o inodoro de taza alta cada 25 hombres o fracción. Un inodoro de taza alta cada 15 mujeres o fracción.

Espacio mínimo por cabina de evacuación: 1,5 m x 2,3 m con puertas de ventilación inferior y superior.

Equipamiento mínimo por cabina: papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a la red de saneamiento o fosa séptica. Disponer de productos para garantizar la higiene y limpieza.

Vestuarios:

Separados por sexos.

Superficie aconsejable: 1,25 m² por persona. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno.

Útiles de limpieza: Serrín, escobas, recogedor, cubo de basura con tapa hermética, fregona y ambientador.

Suelo liso y aislado térmicamente.

Una taquilla guardarropa dotada de cierre individual mediante clave o llave y doble compartimento (separación del vestuario de trabajo y el de calle) y dos perchas por cada trabajador contratado o subcontratado directamente por la empresa constructora

Bancos corridos o sillas.

Una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.

Pileta corrida para el aseo personal: Un grifo por cada 10 usuarios. Jaboneras, portarrollos, toalleros, según el número de duchas y grifos. Un espejo de 40 x 50 cm mínimo, por cada 25 trabajadores o fracción. Rollos de papel, toalla o secadores automáticos.

Instalaciones de agua caliente y fría.

“En caso de obras o instalaciones en el interior de locales o de adecuación de los mismo, se justificará para ese proyecto, el cumplimiento del R.D. 486/97 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en lugares de Trabajo”.

2.9. Botiquín de primeros auxilios.

Es obligatorio en todos los centros de trabajo.

Equipamiento mínimo aconsejable del armario botiquín:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles. Algodón hidrófilo.
- Venda.
- Esparadrapo. Apósitos adhesivos.
- Tijeras.
- Pinzas.
- Guantes desechables.

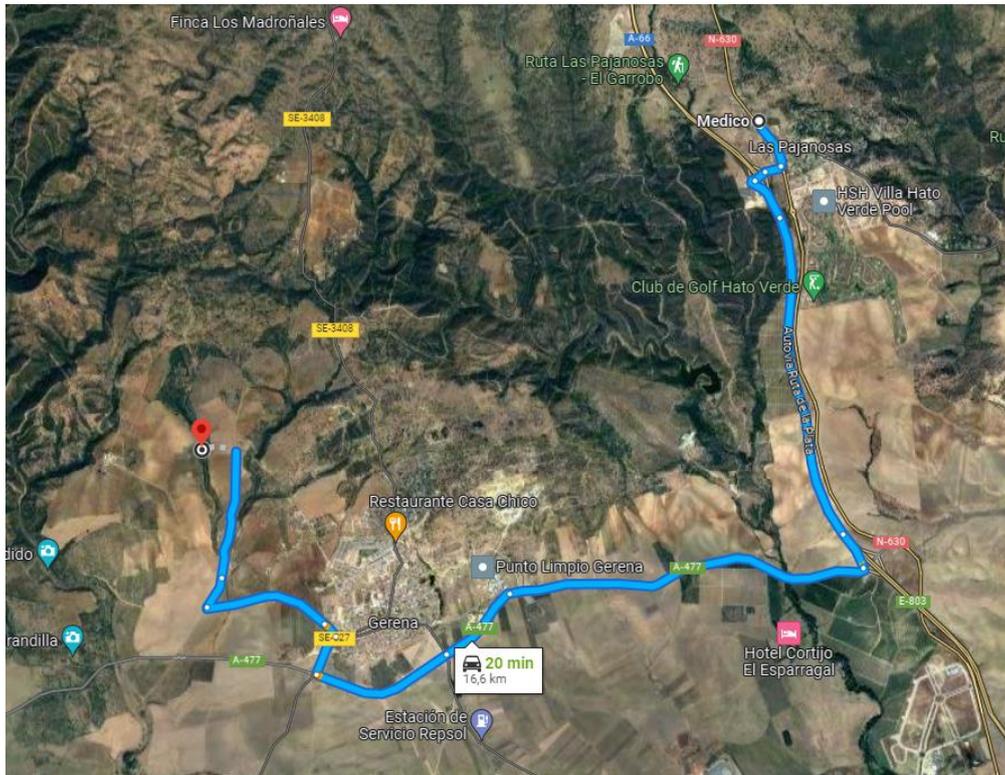
2.10. Atención en caso de accidente

En el caso de que ocurra un accidente en la ubicación en la que se desarrolle la obra, y el accidentado requiera ser transportado a un centro médico u hospital, los más cercanos al lugar de la obra son los siguientes:

- Médico, Gerena: a 6,2 km de distancia.
- Médico, Las Panajosas: a 16,6 km de distancia.



Recorrido a Gerena Consultorio, Plaza Pozuelos, 1, 41860 Gerena, Sevilla



Recorrido a Médico, 41219, Las Pajanosas, Sevilla

3. RIESGOS LABORALES EVITABLES MEDIDAS PREVENTIVAS.

3.1. Identificación de los distintos riesgos laborales que puedan ser evitados

El análisis con detenimiento de la obra nos permitirá conocer y evaluar los distintos riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores, este análisis nos conducirá a poder adoptar en la obra un proceso de actuación preventiva, estableciendo las condiciones de seguridad óptimas que garanticen la integridad de los trabajadores no solo físicamente sino en el más amplio concepto de salud laboral.

Es por tanto premisa previa indispensable esta identificación de los riesgos laborales en las obras para afrontar con éxito los compromisos mediante los cuales la empresa constructora desarrollará desde el punto de vista preventivo cada una de las distintas actuaciones constructivas contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud para esta obra.

Esta evaluación inicial de riesgos, que su vez viene contemplada en la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Profesionales, tendrá a efectos reales, el carácter de NORMA DE SEGURIDAD de obligado cumplimiento en el interior del recinto de la obra, por lo que viene a representar en la práctica un Plan Específico de Seguridad para cada actividad o fase constructiva que intervenga en el proceso de realización de este proyecto.

La evaluación e identificación de los riesgos laborales, establece, divulga e impone para esta obra, una serie de medidas preventivas y determina el comportamiento que se debe seguir o al que se deben ajustar las operaciones y la forma de actuación del trabajador y sus compañeros en cada uno de los tajos, comportamiento este extensivo a todas las empresas contratadas directa o indirectamente para esta obra por la empresa constructora principal.

La evaluación inicial de riesgos elaborada en el Estudio de Seguridad y Salud, es solamente un documento informativo y genérico de los riesgos a que están expuestos los trabajadores, el posterior Plan de Seguridad y Salud elaborado por la empresa constructora y adaptado a las posibilidades de la misma, tendrá el carácter de verdadera Evaluación Inicial de Riesgos laborales que hace mención la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

3.2. Identificación de los riesgos laborales de carácter genérico más frecuentes y medidas preventivas a adoptar.

Identificación de los riesgos

- Caída de operarios a mismo nivel. (Tránsito por la obra)
- Caída de operarios a distinto nivel (Andamios, escaleras de mano, huecos, etc.)
- Caída de objetos sobre operarios en manipulación de los mismos.
- Caída de objetos sobre operarios (Trabajos a distintos niveles.)
- Choques o golpes contra objetos móviles
- Choques o golpes contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos.
- Aplastamientos
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Proyección de partículas a ojos.
- Cortes en manos y pies por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos cortantes o punzantes Atropello de vehículos.

Medidas preventivas a adoptar

Las medidas preventivas a adoptar con carácter general en una obra están encaminadas a ofrecer una protección colectiva y eliminar los riesgos detectados, por tanto, con carácter general, en la obra se adoptarán las medidas preventivas señaladas en el Anexo 1 adjunto y que le sean de aplicación.

3.2.1. Relación de las fases de obra e identificación de los riesgos laborales particulares a cada una de ellas y medidas preventivas.

Esta obra la estudiaremos dividida en las siguientes fases de obra, que serán objeto de estudio detallado en anejos independientes:

- Demolición mecánica
- Desbroce mecánico
- Desbroce manual
- Demolición especial
- Demolición manual
- Excavación manual
- Excavación mecánica
- Excavación a cielo abierto
- Hormigonado con bomba
- Hormigonado directo
- Muros pantalla
- Taludes
- Hormigonado de cimientos con cubilote
- Encofrado de pilares
- Encofrado de forjados y losas
- Ferrallado de muros y pantallas
- Ferrallado de soportes y pilares
- Forjados de viguetas y bovedillas

- Consolidación de terrenos
- Entibaciones
- Estructura metálica
- Estructura de hormigón armado, cubilote
- Estructura de hormigón armado, bomba
- Albañilería
- Carpintería metálica
- Montaje de líneas eléctricas en alta tensión

4. RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS – MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES Y EFICACIA DE LAS MISMAS.

4.1. Identificación de los distintos riesgos laborales que no pueden ser evitados.

Existe la máxima de seguridad que dice “Se ha de proteger la obra de forma que el trabajador este protegido, hasta el punto de que, aunque quiera accidentarse, no pueda”.

Esta norma es claramente una quimera, pues en la práctica, por muy bien protegida que tengamos la obra y por muy bien estudiado y puesta en marcha que esté el Plan de Seguridad de una obra, siempre habrá una multitud de causas que pueden originar un accidente. Bien conocido por todos es la gran movilidad que existe en una obra, llegado el caso de decirse que una obra es un ser vivo, que crece día a día y que está en continua evolución.

Es por esto por lo que intentar llegar a la protección integral total es prácticamente imposible. Por ello se ha de prever una serie de riesgos de carácter inevitables, los cuales hemos de intentar minimizar fundamentalmente con equipos de protección personal, prendas estas que por sí solas son claramente insuficientes pero que junto a los sistemas de protección colectiva hacen y logran una protección integral, mejorable con la propia evolución de la obra, pero que pueden ser considerado como el único realmente viable y constatable.

Entre estos riesgos inevitables, cabe destacar:

- Lumbalgias por sobreesfuerzos.
- Contaminaciones acústicas.
- Lesiones por exposición a vibraciones.
- Contactos eléctricos.
- Vuelcos de maquinaria o vehículos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Contactos con sustancias corrosivas.
- Caída de materiales en proceso de manipulación.
- Caída de materiales por desplome.
- Golpes o cortes con herramientas y/o materiales.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Caída de operarios a mismo nivel.
- Caída de operarios a distinto nivel, por/en/desde:
 - o Zanjas
 - o Escaleras fijas o móviles.
 - o Huecos de forjado.
 - o Andamios, etc.

4.2. Medidas preventivas que palien los riesgos inevitables.

Las medidas preventivas que palien los efectos de los riesgos inevitables son tan diversas como fases de obra estemos ejecutando, así hemos de tener en cuenta:

- Talud natural del terreno.
- Entibaciones.
- Limpieza.
- Apuntalamientos.
- Redes.
- Mallazos.
- Pasos o pasarelas.
- Iluminación adecuada.
- Carcasas o resguardos de máquinas.
- Protección de escaleras.
- Sistemas de evacuación de escombros.
- Limpieza de zona de trabajo.
- Plataformas de descarga de materiales.
- Caminos de circulación.
- Andamios de seguridad.
- Barandillas.
- Etc.

También se ha de tener en cuenta que, aunque todos estos sistemas de seguridad estén correctamente ejecutados, hemos de prever el fallo y por tanto se ha de tener en cuenta la protección individual con el único fin de minimizar las consecuencias que puede originar un accidente de trabajo.

Por ello se ha de dotar a los trabajadores de las prendas de protección o equipos de protección individual que sean imprescindibles y que ello no sea en detrimento de la protección colectiva, única arma eficaz de combatir con cierto rigor técnico y eficaz la lacra de los accidentes en las obras de construcción, entre estas prendas tenemos:

- Casco de seguridad
- Botas o calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad
- Mascarilla de filtro mecánico.
- Mascarillas de filtros químicos
- Guantes de lona y piel
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorio
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua
- Pantallas de soldador.
- Herramientas aislantes.
- Etc.

4.3. Eficacia de las medidas preventivas.

La eficacia de las medidas preventivas de los riesgos inevitables, no se puede evaluar de forma independientemente de las de los riesgos evitables, ya que partiremos de la base de que todos los riesgos han de ser evitados, por lo que evaluaremos la eficacia de las medidas adoptadas cuando o bien no se produzcan accidentes, en cuyo caso

presumiremos que las mismas han sido eficaces, o por el contrario en la fatal consecución de un accidente, en la que una vez analizado el mismo adoptaremos las medidas pertinentes para que no pueda originarse nuevamente.

5. PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS Y OBJETOS.

Redes de seguridad

Paños de dimensiones ajustadas al hueco a proteger, de poliamida de alta tenacidad, con luz de malla 7,5 x 7,5 cm, diámetro de hilo 4 mm y cuerda de recercado perimetral de 12 mm de diámetro, de conformidad a norma UNE 81- 650 - 80.

Pescantes de sustentación de redes en fachadas

Horcas metálicas comerciales, homologadas o certificadas por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, constituidas por un mástil vertical (de 8 m de longitud generalmente) coronado por un brazo acartelado (de 2 m de voladizo generalmente), confeccionado con tubo rectangular en chapa de acero de 3mm de espesor y 5 x 10 cm de sección, protegido anticorrosión y pintado por inmersión.

El conjunto del sistema queda constituido por paños de red de seguridad según norma UNE 81-650-80, colocadas con su lado menor (7 m) emplazado verticalmente, cubriendo la previsible parábola de caída de personas u objetos desde el forjado superior de trabajo y cuerdas de izado y ligazón entre paños también de poliamida de alta tenacidad de 10 mm de diámetro, enanos de anclaje y embolsamiento inferior del paño confeccionados con "caliqueños" de redondo corrugado de 8 mm de diámetro, embebidos en el canto del forjado y distanciados 50 cm entre sí; cajetines sobre el forjado u omegas de redondo corrugado de 12 mm de diámetro, situadas en voladizo y en el canto del forjado para el paso y bloqueo del mástil del pescante, sólidamente afianzados todos sus elementos entre sí, capaz de resistir todo el conjunto la retención puntual de un objeto de 100 kg. de peso, desprendido desde una altura de 6 m por encima de la zona de embolsamiento, a una velocidad de 2 m/seg.

Montaje

Deberá instalarse este sistema de red cuando se tengan realizados la solera de planta baja y un forjado.

Una vez colocada la horca, se instalará un pasador en el extremo inferior para evitar que el brazo pueda girar en sentido horizontal.

Ciclo normal de utilización y desmontaje

Los movimientos posteriores de elevación de la red a las distintas plantas de la obra, se ejecutarán siguiendo los movimientos realizados en la primera. El desmontaje se efectúa siguiendo el ciclo inverso al montaje. Tanto en el primer caso como en el segundo, los operarios deberán estar protegidos contra las caídas de altura mediante protecciones colectivas, cuando por el proceso de montaje y desmontaje las redes pierdan la función de protección colectiva.

NOTA: El sistema tradicional de protección de mástiles y redes puede ser sustituido, si así se ha previsto en el Proyecto, por pasarelas perimetrales en voladizo, tipo consola o ménsulas de soporte para redes horizontales. En cualquiera de los sistemas de protección colectiva contra caídas de altura que se adopte será preceptiva la homologación o certificación de idoneidad expedido por el fabricante.

Condena de huecos horizontales con mallazo

Confeccionada con mallazo electrosoldado de redondo de diámetro mínimo 3 mm y tamaño máximo de retícula de 100 x 100 mm, embebido perimetralmente en el zuncho de hormigón, capaz de garantizar una resistencia > 1.500 N/m² (150 Kg/m²).

Marquesinas rígidas

Apantallamiento en previsión de caídas de objetos, compuesto de una estructura de soporte generalmente metálica en forma de ménsula o pies derechos, cuajada horizontalmente de tablonos durmientes de reparto y tableros, capaces de retener, sin colapsarse, un objeto de 100 Kg de peso, desprendido desde una altura de 20 m, a una velocidad inicial de 2 m/s.

Plataforma de carga y descarga

La carga y descarga de materiales se realizará mediante el empleo de plataformas metálicas en voladizo.

Estas plataformas deberán reunir las características siguientes:

- Muelle de descarga industrial de estructura metálica, emplazable en voladizo, sobresaliendo de los huecos verticales de fachada, de unos 2,5 m² de superficie.
- Dotado de barandilla de seguridad de 1 m de altura en sus dos laterales y cadena de acceso y tope de retención de medios auxiliares desplazables mediante ruedas en la parte frontal.
- El piso de chapa industrial lagrimeada de 3mm de espesor, estará emplazada al mismo nivel del forjado de trabajo sin rampas ni escalones de discontinuidad.
- Podrá disponer opcionalmente de trampilla practicable para permitir el paso del cable de la grúa torre si se opta por colocar todas las plataformas bajo la misma vertical.
- El conjunto deberá ser capaz de soportar descargas de 2.000 Kg/m² y deberán tener como mínimo un certificado de idoneidad, resistencia portante y estabilidad, garantizado por el fabricante, si se siguen sus instrucciones de montaje y utilización.

Barandillas de protección

Antepechos provisionales de cerramiento de huecos verticales y perímetro de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m, constituidos por balaustre, rodapié de 20 cm de altura, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 1 m de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal suficiente.

Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular

Previamente a su montaje se habrán de examinar en obra que todos sus elementos no tengan defectos apreciables a simple vista, calculando con un coeficiente de seguridad igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje, estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el Responsable Técnico del Contratista Principal a pie de obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

En el andamio de sujeción por pernos no se deberá aplicar a los mismos un par de apriete superior al fijado por el fabricante, a fin de no sobrepasar el límite elástico del acero restando rigidez al nudo.

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablonos, carriles (perfiles en "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Se comprobará durante el montaje la verticalidad de los montantes. La longitud máxima de los montantes para soportar cargas comprendidas entre 125 Kg/m², no será superior a 2.00 m.

Para soportar cargas inferiores a 125 kg/m², la longitud máxima de los montantes será de 2,30 m.

Se comprobará durante el montaje la horizontalidad entre largueros. La distancia vertical máxima entre largueros consecutivos no será superior a 2 m.

Los montantes y largueros estarán grapados sólidamente a la estructura, tanto horizontal como verticalmente, cada 3 m como mínimo. Únicamente pueden instalarse aisladamente los andamios de estructura tubular cuando la plataforma de trabajo esté a una altura no superior a cuatro veces el lado más pequeño de su base.

En el andamio de pórticos, se respetará escrupulosamente las zonas destinadas a albergar las zancas interiores de escaleras, así como las trampillas de acceso al interior de las plataformas. En el caso de tratarse de algún modelo antiguo, carente de escaleras interiores, se dispondrá lateralmente y adosada, una torre de escaleras completamente equipada, o en último extremo una escalera "de gato" adosada al montante del andamio, equipada con aros salvacaídas o sirga de amarre tensada verticalmente para anclaje del dispositivo de deslizamiento y retención del cinturón anticaídas de los operarios.

Las plataformas de trabajo serán las normalizadas por el fabricante para sus andamios y no se depositarán cargas sobre los mismos salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Quedará un pasaje mínimo de 0,60 m libre de todo obstáculo (anchura mínima de la plataforma con carga 0,80 m). El peso sobre la plataforma de los materiales, máquina, herramientas y personas, será inferior a la carga de trabajo prevista por el fabricante.

Reparto uniforme de cargas, sin provocar desequilibrios.

La barandilla perimetral dispondrá de todas las características reglamentarias de seguridad enunciadas anteriormente.

El piso de la plataforma de trabajo sobre los andamios tubulares de pórtico, será la normalizada por el fabricante. En aquellos casos que excepcionalmente se tengan que realizar la plataforma con madera, esta será escuadrada con tablones sanos, sin nudos y sin pintar y ofrecerá una resistencia suficiente para el objeto a que se destina.

Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de las mismas, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m, distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical.

Excepcionalmente la barandilla interior del lado del paramento vertical podrá tener en este caso 0,60 m de altura como mínimo.

Las pasarelas o rampas de intercomunicación entre plataformas de trabajo tendrán las características enunciadas más adelante.

Andamio de Borriquetas

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m, y entre 3 y 6 m se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de suficiente resistencia.

Andamios colgados móviles

NOTA: *Su empleo debe ser restringido al máximo.*

Los sistemas de sujeción, soportes, cables, mecanismos de elevación y plataformas de trabajo, deben estar avalados por algún organismo de certificación nacional o extranjero de solvencia técnica contrastada.

Se seguirán las instrucciones de montaje conforme a las especificaciones del fabricante, quedando prohibido intercambiar elementos entre sistemas y efectuar lastrados con materiales fungibles o inestables.

Los pescantes no deben contrapesarse de no ser homologados por el fabricante e instalados conforme a sus instrucciones de montaje. Por regla general, se anclarán al forjado mediante pernos roscados y piezas metálicas (en los forjados unidireccionales deberán abarcar tres viguetas), o bien redondos embutidos en el forjado que abracen la cola del pescante, provistos de tetones soldados para impedir el deslizamiento del cable portante.

Es básico en este tipo de andamiaje el que se efectúen revisiones antes de su empleo, principalmente en lo que se refiere a los cables de sustentación de la plataforma y el mecanismo de elevación de la misma.

El aparejo deberá disponer de los siguientes sistemas de seguridad:

- Trinquete de retención que actúa sobre el mecanismo interior, impidiendo su descenso.
- Trinquete que evita a la manivela girar en el sentido de descenso, a no ser que se accione intencionadamente el embrague.
- Freno de expansión accionado por el propio peso del andamio.
- Dispositivo de guías interiores para los cables, impidiendo que éstos se traben.

Se rechazarán todos los cables en los que se encuentren más del 10 % de hilos rotos, asimismo éstos estarán siempre libres de nudos, torceduras, "jaulas" u otros defectos.

Se deberá efectuar periódicamente (máximo 1 año) el desmontaje para la limpieza y cambio de piezas si fuera necesario, del mecanismo de elevación.

Se someterán siempre a una prueba a plena carga uniformemente repartida del doble a la que se prevea vaya a soportar, durante 24 horas a 1 m del suelo, manteniendo horizontalmente la andamiada. Para trabajos habituales comúnmente utilizados, ésta carga viene a ser de 500 kg.

Si los módulos de andamio se unen entre sí, la máxima longitud horizontal de la andamiada no superará en ningún caso 8 m. Es decir, si los módulos son de 2,65 m de longitud, no sobrepasarán las tres unidades.

En todo caso, la unión de andamios se efectuará mediante dispositivos de seguridad o trinquetes dispuestos en los puntos de articulación que rigidicen la andamiada en caso de rotura de cables o aparejos.

Al montar la andamiada se dispondrán en los extremos liras extremas, y en los intermedios liras intermedias, que permitan el paso de los operarios.

Efectuar la operación de ascenso y descenso con tantos operarios como mecanismos de elevación existan para que, de esta forma, la plataforma ascienda o descienda asegurando en todo momento su horizontalidad.

La plataforma deberá permanecer horizontal durante los trabajos.

No sobrecargar las plataformas de trabajo con materiales u otros elementos.

Se controlará el buen estado de la superficie de tránsito de la plataforma, no debiéndose pintar si ésta es de madera salvo con barnices transparentes, para evitar que queden ocultos posibles defectos.

En andamios colgados aislados, así como en los módulos de esquina y retranqueo, se añadirán verticales y paralelos a los cables de suspensión, otros segundos cables que quedarán en su parte superior amarrados sólidamente a la estructura, pero en lugar diferente a los pescantes de los cables de suspensión, equipados con dispositivos tipo "seguricable" fijado al andamio con independencia del aparejo de elevación y descenso. Este sistema es el único que garantiza la estabilidad de la plataforma en caso de fallo o rotura de los elementos de sustentación.

Los operarios que trabajen sobre estos andamios deben utilizar cinturón de seguridad anticaídas (dotados de arnés tipo paracaidista), que sujetarán a puntos fijos de la estructura o a sirga de seguridad dotada de nudo de seguridad deslizante y autoestrangulable al entrar en carga, o dispositivo de deslizamiento y anclaje anticaídas, suspendida y amarrada a un punto fijo de la estructura del edificio, situado por encima de la plataforma de trabajo. Esta medida de seguridad, aconsejable para todo trabajo en altura sobre plataformas móviles, será rigurosamente obligatoria en tajos sobre andamios colgantes aislados y módulos esquineros que carezcan del segundo cable de seguridad y dispositivo "seguricable" perfectamente instalado.

Cargas

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

La barandilla perimetral estará equipada con rodapiés de 0,20 m de altura.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m en baja tensión.

Características de las tablas o tablonos que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos: Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4 x 15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lías a las borriquetas.

Estará prohibido el uso de esta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.

A partir de 2 m de altura habrá que instalar barandilla perimetral completa o, en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable de acero tensas.

Plataformas de trabajo

Durante la realización de los trabajos, las plataformas de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características:

- Anchura mínima 60 cm (tres tablones de 20 cm de ancho).
- La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Será elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadría de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm si se trata de abeto).
- Longitud máxima entre apoyos de tablones 2,50 m.
- Los elementos de madera no pueden montar entre si formando escalones ni sobresalir en forma de llatas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.
- No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm), únicamente rebasarán esta distancia cuando tenga que volar 0.60 m, como mínimo de la arista vertical en los ángulos formados por paramentos verticales de la obra.
- Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

Altura mínima a partir del nivel del suelo

La distancia entre el pavimento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios. En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el pavimento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 2.00 m.

Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasará 2.00 m.

Pasarelas

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre huecos, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto, realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

- Su anchura útil mínima será de 0,80 m.
- Dispondrá de barandillas completas a alturas de acceso con diferencias de nivel superiores a 2 m
- Inclinación máxima admisible: 25 %.
- La nivelación transversal debe estar garantizada.
- Su superficie debe ser lisa y antideslizante.

Protecciones y resguardos en máquinas

Toda la maquinaria utilizada durante la fase de obra objeto de este procedimiento, dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Escaleras portátiles

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera, en función a la tarea a que esté destinado.

Las escaleras de mano deberán de reunir las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas. Como mínimo deberán reunir las siguientes condiciones:

- Largueros de una sola pieza.
- Peldaños bien ensamblados, no clavados.
- En las de madera el elemento protector será transparente.
- Las bases de los montantes estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante. Y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Espacio igual entre peldaños y distanciados entre 25 y 35 cm Su anchura mínima será de 50 cm
- En las metálicas los peldaños estarán bien embrochados o soldados a los montantes.
- Las escaleras de mano nunca se apoyarán sobre materiales sueltos, sino sobre superficies planas y resistentes.
- Se apoyarán sobre los montantes.
- El ascenso y descenso se efectuará siempre frente a las mismas.
- Si la escalera no puede amarrarse a la estructura, se precisará un operario auxiliar en su base.

En las inmediaciones de líneas eléctricas se mantendrán las distancias de seguridad. Alta tensión: 5 m. Baja tensión: 3 m.

Las escaleras de tijeras estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, así como topes en su extremo superior.

Escaleras de mano de un solo cuerpo

No deberán salvar más de 5 m de altura, a no ser que estén reforzadas, siempre se acuerdo con las condiciones y limitaciones establecidas por el fabricante.

La inclinación de la escalera apoyada deberá estar en torno a los 75 grados.

La parte superior de los montantes debe sobrepasar en un metro su punto superior de apoyo. Escaleras de mano telescópicas:

- Dispondrán como máximo de dos tramos de prolongación, además del de base, cuya longitud máxima total del conjunto no superará los 12 m.
- Estarán equipadas con dispositivos de enclavamiento y correderas que permitan fijar la longitud de la escalera en cualquier posición, de forma que coincidan siempre los peldaños sin formar dobles escalones.
- La anchura de su base no podrá ser nunca inferior a 75 cm, siendo aconsejable el empleo de estabilizadores laterales que amplíen esta distancia.

Cuerda de retenida

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente la trayectoria de los equipos, en su aproximación a la zona de colocación o acopio, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 mm de diámetro, como mínimo.

Aparatos elevadores (Grúas torre)

Básicamente deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos de reglaje durante su utilización:

- Traslación.
- Momento de vuelco.
- Carga máxima.
- Final de recorrido de gancho de elevación.
- Final de recorrido de carro.
- Final de recorrido de orientación.
- Anemómetro.
- Seguridad eléctrica de sobrecarga.
- Puenteado para paso de simple a doble reenvío.
- Seguridades físicas para casos especiales.
- Seguridades físicas de los medios auxiliares accesorios para el transporte y elevación de cargas.

Seguridad de traslación

Se coloca en la parte inferior de la grúa torre, adosada a la base y consiste normalmente en un microrruptor tipo "lira" o similar que, al ser accionado por un resbalón colocado en ambos extremos de la vía, detiene la traslación de la grúa en el sentido deseado y permite que se traslade en sentido opuesto. Los resbalones se colocan como mínimo 1 m antes de los topes de la vía y éstos un metro antes del final del carril, de esta forma queda asegurada eléctrica y mecánicamente la parada correcta de la traslación de la grúa.

Seguridad de momento de vuelco

Es la medida preventiva más importante de la grúa, dado que impide el trabajar con cargas y distancias que pongan en peligro la estabilidad de la grúa.

En las grúas torre normales, la seguridad de momento consiste en una barra situada en alguna zona de la grúa que trabaje a tracción (p.e. atado de tirante) y que dicha tracción sea proporcional al momento de vuelco de la carga. En las grúas autodesplegables, este dispositivo de seguridad va colocado en el tirante posterior. En ambos casos, se gradúa la seguridad de tal forma que no corte con la carga nominal en punta de flecha e impide los movimientos de "elevación y carro adelante", al sobrecargar por encima de la carga nominal en punta de flecha.

En grúas de gran tamaño, puede ser interesante el disponer de dos sistemas de seguridad antivuelco, graduados para carga en punta y en pie de flecha, por variación de sensibilidad. A su vez, el sistema de seguridad puede ser de una etapa (o corte directo) o de tres etapas con aviso previo (bocina, luz y corte).

Seguridad de carga máxima

Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cabrestante de elevación, es decir, por la carga nominal del pie de flecha.

Normalmente van montadas en pie de flecha o contraflecha y están formadas por arandelas tipo "Schnrr", accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un microrruptor que impide la ELEVACION de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia ADELANTE. Se regulan de forma que

con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10%.

Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación

Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descensor del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De esta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Seguridad de final de recorrido de carro

Impide que el carro se traslade más adelante o más atrás que los puntos deseados en ambos extremos de la flecha. Su actuación se realiza mediante un reductor que acciona dos levas excéntricas que actúan sobre dos microrruptores, que cortan el movimiento ADELANTE en punta de flecha y ATRAS en pie de flecha.

Como complemento, y más hacia los extremos, se encuentran los topes elásticos del carro que impiden que éste se salga de las guías, aunque fallen los dispositivos de seguridad.

Seguridad de final de recorrido de orientación

Este sistema de seguridad es de sumo interés cuando se hace preciso regular el campo de trabajo de la grúa en su zona de orientación de barrido horizontal (p.e. en presencia de obstáculos tales como edificios u otras grúas).

Normalmente consiste en una rueda dentada accionada por la corona y que, a través de un reductor, acciona unas levas que actúan sobre los correspondientes microrruptores.

Funciona siempre con un equipo limitador de orientación, que impide que la grúa de siempre vueltas en el mismo sentido. El campo de reglaje es de 1/4 de vuelta a 4 vueltas y permite que la "columna montante" del cable eléctrico no se deteriore por torsión.

En las grúas con cabestraste en mástil o "parte fija" ayuda a la buena conservación del cable de elevación.

Anemómetro

Sirve para avisar y detener la grúa cuando la velocidad del viento sobrepasa determinados valores. Se taran normalmente para avisar (bocina) entre 40/50 Km/h y para parar la grúa entre 50/60 Km/h.

Consiste en un anemómetro provisto de 2 microrruptores colocados de forma que su accionamiento se efectúe a las velocidades previstas.

Debe colocarse en los lugares de la grúa más expuestos a la acción del viento (p.e. en punta de torreta).

Seguridades eléctricas de sobrecarga

Sirven para proteger los motores de elevación de varias velocidades, impidiendo que se puedan elevar las cargas pesadas a velocidades no previstas. Para ello, existe un contactor auxiliar que sólo permite pasar por ejemplo de 2ª a 3ª velocidad, cuando la

carga en 2ª da un valor en Amperios menor al predeterminado. Este sistema de seguridad suele ser independiente de los relés térmicos.

Normas de carácter general

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.

En las fases de transporte y colocación de las armaduras, en ningún momento los operarios estarán debajo de la carga suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas o ganchos con pestillo de seguridad.

El gruista, antes de iniciar los trabajos, comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades, así como de los limitadores de giro, si los tuviera.

Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra.

Se seguirán las siguientes normas de seguridad:

- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se realizarán tiros sesgados.
- No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. En caso de avería deberá ser subsanado por personal especializado.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.
- Nunca se dará más de una vuelta a la orientación en el mismo sentido, para evitar el retorcimiento del cable de elevación.
- Cuando existan zonas del centro de trabajo que no queden dentro del campo de visión del gruista, será asistido por uno o varios trabajadores que darán las señales adecuadas para la correcta carga, desplazamiento y parada.
- Al terminar el trabajo se dejará desconectada la grúa y se pondrá la pluma en veleta. Si la grúa es sobre raíles se sujetará mediante las correspondientes mordazas.
- Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

Eslingas de cadena

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

Eslinga de cable

A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

Cable "de llamada"

Seguricable paralelo e independiente al principal de izado y sustentación de las cestas sobre las que tenga que trabajar el personal: Variables según los fabricantes y los dispositivos de afianzamiento y bloqueo utilizados.

Adecuación del tajo en el lugar de carga

Establecer un canal de entrada y salida de las unidades de acopio y evacuación de materiales en general Establecer un ritmo de trabajo que evite las acumulaciones.

Trabajar desde la cota superior hacia la inferior para aprovechar la fuerza de la gravedad.

Caída de objetos

Se evitará el paso de persona bajo las cargas suspendidas en todo caso se acotarán las áreas de trabajo.

Las parrillas de armaduras empleadas para la realización de muros pantalla se colgarán para su transporte por medio de vigas de reparto o eslingas de brazos múltiples para asegurar el izado sin tensiones, bien eslingadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

El izado de los materiales alargados, se realizará manteniendo la horizontalidad de los mismos.

Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza

Las aperturas de huecos horizontales, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo "seta" o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas

preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

En verano, proceder al regado previo de las zonas de paso y de trabajo que puedan originar polvareda durante el trasiego de armaduras.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

La distancia mínima entre las partes móviles más salientes de la maquinaria empleada para el preformado, acopios de armaduras y alcance de las mismas, y los obstáculos verticales más próximos, será de 70 cm en horizontal y 2,50 m en altura en los obstáculos horizontales para evitar alcances a personas.

Protección de personas contra contactos eléctricos

La instalación eléctrica estará ajustada al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por instalador homologado.

Cables adecuados a la carga que han de soportar, conexionados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindadas e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque.

Fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 78 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas a instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados, interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Los cables eléctricos que presenten defectos de recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{tensión (en KV)}/100$.

Tajos en condiciones de humedad muy elevada: es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

Prevención de incendios, orden y limpieza

Junto a los acopios de materiales combustibles, en oficinas y almacenes, se dispondrá de unos extintores adecuados en número y capacidad al riesgo de incendio de la zona.

El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto halogenado para combatir incendios. Como es obvio, no se debe utilizar jamás agua o espumas, para combatir conatos de incendio en grupos electrógenos o instalaciones eléctricas en general.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de aparcamiento de maquinaria en general.

Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo

Establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.

Estará terminantemente prohibido colocar focos para alumbrado reposando sobre las armaduras.

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, redes, mallazo o ménsula que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

Se efectuarán apuntalamientos cuando los encofrados no tengan garantías de estabilidad durante la fase de colocación de armaduras. Se ejecutarán recalces cuando el comportamiento de la cimentación contigua o el terreno inestable contiguo a la zona de armado lo exija.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de conformación y montaje de armaduras y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

Señalización de seguridad

El Real Decreto 485/97 de 14 de Abril, BOE de 23/4/97 establece un conjunto de preceptos sobre dimensiones, colores, símbolos, formas de señales y conjuntos que proporcionan una determinada información relativa a la seguridad.

| | |
|--|----------------------|
| | |
| Forma | Círculo |
| Color de seguridad | Rojo |
| Color de contraste | Blanco |
| Color de símbolo | Negro |
| Señales de indicación de peligro | |
| Forma | Triángulo equilátero |
| Color de seguridad | Amarillo |
| Color de contraste | Negro |
| Color de símbolo | Negro |
| Señales de información de seguridad | |
| Forma | Rectangular |
| Color de seguridad | Verde |
| Color de contraste | Blanco |
| Color de símbolo | Blanco |
| Señales de obligación | |
| Forma | Círculo |
| Color de seguridad | Azul |
| Color de contraste | Blanco |
| Color de símbolo | Blanco |
| Señales de información | |

| | |
|---|-------------|
| Forma | Rectangular |
| Color de seguridad | Azul |
| Color de contraste | Blanco |
| Color de símbolo | Blanco |
| Señalización y localización equipos contra incendios | |
| Forma | Rectangular |
| Color de seguridad | Rojo |
| Color de contraste | Blanco |
| Color de símbolo | Blanco |

Las dimensiones de las señales serán las siguientes:

La superficie de la señal, S (m²), ha de ser tal que $S > L^2/2000$, siendo L la distancia máxima en (m) de observación prevista para una señal (formula aplicable para $L < 50$ m).

En general se adoptarán los valores normalizados por UNE 175, serie A.

Las señales de seguridad pueden ser complementadas por letreros preventivos auxiliares que contienen un texto proporcionando información complementaria. Se utiliza conjuntamente con la señal normalizada de seguridad. Son de forma rectangular, con la misma dimensión máxima de la señal que acompañan, y colocadas debajo de ellas.

Este tipo de señales se encuentran en el mercado en diferentes soportes (plásticos, aluminio, etc.) y en distintas calidades y tipos de acabado (reflectante, fotoluminescente, etc.).

Cinta de señalización y de delimitación de zona de trabajo

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinándose 60º con la horizontal.

La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

Señales óptico acústicas de vehículos de obra

Las máquinas autoportantes que ocasionalmente puedan intervenir en la evacuación de materiales de la excavación manual deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (laminas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

Iluminación

- Se atenderá a lo dispuesto por el R.D. 486/1.997 Zonas de paso: 50 lux
- Zonas de trabajo: 200 lux
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad. Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

6. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.

6.1. Ordenación de la acción preventiva.

6.1.1. Criterios de selección de las medidas preventivas.

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a:

Identificar los riesgos laborales que puedan ser evitados, con indicación de las medidas preventivas. Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.

Combatir los riesgos en su origen.

Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud (ergonomía).

Tener en cuenta la evolución de la técnica.

Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro.

Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores, formación e información.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.

6.1.2. Planificación y organización.

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, orientando esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponiendo de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

La acción preventiva deberá integrarse en el conjunto de actividades que conllevan la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, a la empresa constructora principal y a las subcontratas.

La empresa constructora deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de Seguridad y Salud laboral, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

6.1.3. Coordinación de actividades empresariales.

Se adoptarán las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Se comprobará que los subcontratistas o empresas con las que se contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre Seguridad y Salud laboral en el trabajo.

Se vigilará que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

Se vigilará que los trabajadores autónomos cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

6.2. Organigrama funcional.

6.2.1. Servicios de prevención.

En los términos y con las modalidades previstas en las disposiciones vigentes, dispondrán de servicios encargados de la asistencia técnica preventiva, en cuya actividad participarán los trabajadores conforme a los procedimientos establecidos. El conjunto de medios humanos y materiales constitutivos de dicho servicio será organizado por el contratista directamente.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

Diseñar y aplicar los planes y programas de actuación preventiva.

Evaluar los factores de riesgo que puedan afectar a la salud e integridad física de los trabajadores. Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia. La asistencia para la correcta información y formación de los trabajadores.

Asegurar la prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.

Vigilar la salud de los trabajadores respecto de los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinar, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, el personal de estos servicios, en cuanto a su formación, especialidad, capacitación, dedicación y número, así como los recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar en función del tamaño de la empresa, tipos de riesgo a los que puedan enfrentarse los trabajadores y distribución de riesgos en la obra, todo ello al amparo de dispuesto por el R.D. 39/97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

6.2.2. Los representantes de los trabajadores.

Los representantes del personal que en materia de prevención de riesgos hayan de constituirse según las disposiciones vigentes, contarán con una especial formación y conocimiento sobre Seguridad y Salud laboral en el Trabajo, de acuerdo con el anexo IV del R.D. 39/97.

El contratista deberá proporcionar a los representantes de los trabajadores la formación complementaria, en materia preventiva, que sea necesaria para el ejercicio de "sus funciones, por sus propios medios o por entidades especializadas en la materia. Dicha formación se reitera con la periodicidad necesaria.

6.2.3. *Coordinador de seguridad y salud laboral, técnicos y mandos internos.*

Se constituirá obligatoriamente un Comité de Seguridad y Salud cuando la obra cuente con más de 50 trabajadores. Estará compuesto por los representantes de los trabajadores y por el contratista o sus representantes, en igual número. Su organización, funciones, competencias y facultades serán las determinadas legalmente.

6.2.4. *Coordinador de seguridad y salud laboral, técnicos y mandos intermedios.*

El contratista deberá nombrar, entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de seguridad que coordinará la ejecución del Estudio de Seguridad y Salud laboral y será su representante e interlocutor ante el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, en el supuesto de no ejercitar por sí mismo tales funciones de manera permanente y continuada.

Antes del inicio de la obra, el contratista habrá de dar conocimiento al Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra, de quien asumirá los cometidos mencionados, así como de las sustituciones provisionales o definitivas del mismo, caso que se produzcan.

La persona asignada para ello deberá estar especializada en prevención de riesgos profesionales y acreditar tal capacitación mediante la experiencia, diplomas o certificaciones pertinentes.

El coordinador de la seguridad deberá ejercer sus funciones de manera permanente y continuada, para lo que le será preciso prestar la dedicación adecuada, debiendo acompañar en sus visitas a la obra al responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud y recibir de éste las órdenes e instrucciones que procedan, así como ejecutar las acciones preventivas que de las mismas pudieran derivarse.

El resto de los técnicos, mandos intermedios, encargados y capataces adscritos a la obra, tanto de la empresa principal como de las subcontratas, con misiones de control, organización y ejecución de la obra, deberán estar dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

En cualquier caso, el contratista deberá determinar, antes del inicio de la obra, los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma.

6.2.5. *Coordinación de los distintos órganos especializados.*

Los distintos órganos especializados que coincidan en la obra, deberán coordinar entre sí sus actuaciones en materia preventiva, estableciéndose por parte del contratista la programación de las diversas acciones, de modo que se consiga una actuación coordinada de los intervinientes en el proceso y se posibilite el desarrollo de sus funciones y competencias en la Seguridad y Salud laboral del conjunto de la obra.

El contratista de la obra o su representante en materia de prevención de riesgos deberán poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud cuantas acciones preventivas hayan de tomarse durante el curso de la obra por los distintos órganos especializados.

El contratista principal organizará la coordinación y cooperación en materia de seguridad y salud que propicien actuaciones conjuntas sin interferencias, mediante un intercambio constante de información sobre las acciones previstas o en ejecución y cuantas reuniones sean necesarias para contraste de pronunciamientos y puesta en común de las actuaciones a emprender.

6.3. Normas generales de seguimiento y control.

6.3.1. Toma de decisiones.

Con independencia de que, por parte del contratista, su representante, los representantes legales de los trabajadores o Autoridad Laboral se pueda llevar a cabo la vigilancia y control de la aplicación correcta y adecuada de las medidas preventivas recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud, la toma de decisiones en relación con el mismo.

Corresponderá al responsable de la prevención, salvo que se trate de casos en que hayan de adoptarse medidas urgentes sobre la marcha que, en cualquier caso, podrán ser modificadas con posterioridad si el referido técnico no las estima adecuadas.

En aquellos otros supuestos de riesgos graves e inminentes para la salud de los trabajadores que hagan necesaria la paralización de los trabajos, la decisión deberá tomarse por quien detecte la anomalía referida y esté facultado para ello sin necesidad de contar con la aprobación previa del responsable de la Seguridad y Salud, aun cuando haya de darse conocimiento inmediato al mismo, a fin de determinar las acciones posteriores.

6.3.2. Evaluación continua de los riesgos.

Por parte del contratista principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado, antes de reiniciar los trabajos afectados.

Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el contratista deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsibles y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente.

6.3.3. Controles periódicos.

La empresa deberá llevar a cabo controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores o, si con ocasión de la vigilancia del estado de salud de éstos respecto de riesgos específicos, se apreciaren indicios de que las medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el contratista deberá llevar a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de dichos hechos. Sin perjuicio de que haya de notificarse a la autoridad laboral, cuando proceda por caso de accidente.

Asimismo, el contratista deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra, mediante estadillos en los que se reflejen: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad y duración de la incapacidad (en su caso) y relaciones de partes de accidentes cursados y deficiencias.

La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplen la normativa de protección de la salud de los trabajadores y las previsiones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, en la ejecución de los trabajos que desarrollen en la obra.

El personal directivo de la empresa principal, delegado o representante del contratista, técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra deben cumplir personalmente y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud laboral y las normas o disposiciones vigentes sobre la materia.

6.3.4. Adecuación de las medidas preventivas y adopción de medidas correctoras.

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se apreciase por el contratista la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable de la Seguridad y Salud laboral su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.

Cuando el responsable de la Seguridad y Salud laboral observase una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales o la inadecuación a las previsiones reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral y requiriese la adopción de las medidas correctoras que procedan, vendrá obligado su ejecución en el plazo que se fije para ello. A la empresa constructora, no le será exigible por la Autoridad Laboral ni por la Propiedad, la responsabilidad "in vigilando", de las diversas empresas de contrata no vinculadas contractualmente, de forma directa o indirecta con ella.

6.3.5. Paralización de los trabajos.

Cuando se observase la existencia de riesgo de especial gravedad o de urgencia, se dispondrá la paralización de los tajos afectados o de la totalidad de la obra, en su caso, debiendo la empresa principal asegurar el conocimiento de dicha medida a los trabajadores afectados.

Si con posterioridad a la decisión de paralización se comprobase que han desaparecido las causas que provocaron el riesgo motivador de tal decisión o se han dispuesto las medidas oportunas para evitarlo, podrá acordarse la reanudación total o parcial de las tareas paralizadas mediante la orden oportuna.

El personal directivo de la empresa principal o representante del mismo, así como los técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra, habrán de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes o de otros siniestros profesionales.

A su vez, los trabajadores podrán paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud, siempre que se hubiese informado al superior jerárquico y no se hubiesen adoptado las necesarias medidas correctivas. Se exceptúan de esa obligación de información los casos en que el trabajador no pudiera ponerse en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico. En los supuestos reseñados no podrá pedirse a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el riesgo denunciado. De todo ello deberá informarse, por parte del contratista principal o su representante, a los trabajadores, con antelación al inicio de la obra o en el momento de su incorporación a ésta.

6.3.6. Registro y comunicación de datos e incidencias.

Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral. Las anotaciones en el referido libro sólo podrán ser efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección facultativa, por el contratista principal, por los subcontratistas o sus representantes, por técnicos de los Organismos de la Administración autónoma, por la Inspección de Trabajo, por miembros del Comité de Seguridad y Salud laboral y por los representantes de los trabajadores en la obra.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el contratista principal deberá remitir en el plazo máximo de 24 horas copias a la Inspección de Trabajo de la provincia en que se realiza la obra, al responsable del seguimiento y control del Plan, al Comité de Salud y Seguridad y al representante de los trabajadores. Conservará las destinadas a sí mismo, adecuadamente agrupadas, en la propia obra, a disposición de los anteriormente relacionados.

Los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la Seguridad y salud laboral que se cursen por escrito por quienes estén facultados para ello, deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral. Los datos obtenidos como consecuencia de los controles e investigaciones previstos en los apartados anteriores serán objeto de registro y archivo en obra por parte del contratista, y a ellos deberán tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

6.3.7. Colaboración con el responsable del seguimiento del plan de seguridad y salud laboral.

El contratista deberá proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral cuantos medios sean precisos para que pueda llevar a cabo su labor de inspección y vigilancia.

El contratista se encargará de coordinar las diversas actuaciones de seguimiento y control que se lleven a cabo por los distintos órganos facultados para ello, de manera

que no se produzcan interferencias y contradicciones en la acción preventiva y deberá, igualmente, establecer los mecanismos que faciliten la colaboración e interconexión entre los órganos referidos.

El contratista habrá de posibilitar que el responsable del seguimiento y control del Plan pueda seguir el desarrollo de las inspecciones e investigaciones que lleven a cabo los órganos competentes.

Del resultado de las visitas a obra del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, se dará cuenta por parte del contratista principal a los representantes de los trabajadores.

6.4. Reuniones de seguimiento y control interno.

Las reuniones de seguimiento y control interno de la Seguridad y Salud laboral de la obra tendrán como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa, el análisis y evaluación continuada de las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, así como propiciar la adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados que incidan en la Seguridad y Salud laboral de la obra.

En las reuniones del Comité de S. y S., participarán, con voz, pero sin voto, además de sus elementos constitutivos, los responsables técnicos de la seguridad de la empresa. Pueden participar en las mismas condiciones, trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones a debatir en dicho órgano, o técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones del Comité.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto por la normativa vigente, se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, con independencia de las que fueren, además, necesarias ante situaciones que requieran una convocatoria urgente, o las que se estimen convenientes por quienes estén facultados para ello.

Salvo que se disponga otra cosa por la normativa vigente o por los Convenios Colectivos Provinciales, las reuniones se celebrarán en la propia obra y dentro de las horas de trabajo. En caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso del mediodía.

Las convocatorias, orden de asuntos a tratar y desarrollo de las reuniones se establecerán de conformidad con lo estipulado al respecto por las normas vigentes o según acuerden los órganos constitutivos de las mismas.

Por cada reunión que se celebre se extenderá el acta correspondiente, en la que se recojan las deliberaciones y acuerdos adoptados. El contratista o su representante vienen obligados a proporcionar al responsable de Seguridad y Salud laboral cuanta información o documentación le sea solicitada por el mismo sobre las cuestiones debatidas.

Se llevará, asimismo, un libro de actas y se redactará una memoria de actividades, y en casos graves y especiales de accidentes, o enfermedades profesionales se emitirá un informe completo con el resultado de las investigaciones realizadas y la documentación se pondrá a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, el contratista principal deberá promover, además, las que sean necesarias para posibilitar la debida coordinación entre los diversos órganos especializados y entre las distintas empresas o subcontratas que pudieran concurrir en la obra, con la finalidad de unificar criterios y evitar interferencias y disparidades contraproducentes.

7. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

7.1. Acciones formativas.

7.1.1. Normas legales.

Como mínimo los Delegados de Prevención y sucesivamente todo el personal recibirá formación de acuerdo con el Anexo IV del R.D. 39/97 El contratista está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

7.1.2. Contenido de las acciones de formación.

- a) A nivel de mandos intermedios, el contenido de las sesiones de formación estará principalmente integrado, entre otros, por los siguientes temas:
 - Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra.
 - Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes y estadillos de régimen interior.
 - Normativa sobre Seguridad y Salud laboral. Factores técnicos y humanos.
 - Elección adecuada de los métodos de trabajo para atenuar el trabajo monótono y repetitivo. Protecciones colectivas e individuales.
 - Salud laboral.
 - Socorrismo y primeros auxilios.
 - Organización de la Seguridad y Salud laboral de la obra. Responsabilidades.
 - Obligaciones y derechos de los trabajadores.
- b) A nivel de operarios, el contenido de las sesiones de formación se seleccionará fundamentalmente en función de los riesgos específicos de la obra y estará integrado principalmente, entre otros, por los siguientes temas:
 - Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el Plan de Seguridad y Salud laboral Causas y consecuencias de los accidentes.
 - Normas de Seguridad y Salud laboral (señalización, circulación, manipulación de cargas, etc).
 - Señalizaciones y sectores de alto riesgo.
 - Socorrismo y primeros auxilios.
 - Actitud ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
 - Salud laboral.
 - Obligaciones y derechos.

- c) A nivel de representantes de los trabajadores en materia de SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, el contenido de las sesiones de formación estará integrado, además de por los temas antes especificados para su categoría profesional, por los siguientes:
- Investigación de los accidentes y partes de accidentes. Estadística de la siniestralidad.
 - Inspecciones de seguridad.
 - Legislación sobre Seguridad y Salud laboral. Responsabilidades.
 - Coordinación con otros órganos especializados.

7.1.3. Organización de la acción formativa.

Las sesiones de formación serán impartidas por personal suficientemente acreditado y capacitado en la docencia de Seguridad y Salud laboral contándose para ello con los servicios de seguridad de la empresa, representante o delegado de ésta en la obra, servicios de prevención, mutuas, organismos oficiales especializados, representantes cualificados de los trabajadores y servicio médico, propio o mancomunado, que por su vinculación y conocimientos de la obra en materia específica de Seguridad y Salud laboral sean los más aconsejables en cada caso.

En el Plan de Seguridad y Salud laboral que haya de presentar el contratista se establecerá la programación de las acciones formativas, de acuerdo con lo preceptuado en el presente Pliego y según lo establecido, en su caso, por los Convenios Colectivos, precisándose de forma detallada: número, duración por cada sesión, períodos de impetración, frecuencia, temática, personal al que van dirigidas, lugar de celebración y horarios.

7.2. Instrucciones generales y específicas.

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del contratista o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales. Se prestará especial dedicación a las instrucciones referidas a aquellos trabajadores que vayan a estar expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El contratista habrá de garantizar que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido las instrucciones pertinentes en el sentido anteriormente indicado.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

Las instrucciones para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento y otros análogos se referirán, además de a los aspectos reseñados, a: restricciones de uso y

empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos de trabajo. Deberán figurar también de forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.

Las instrucciones sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar en caso de situaciones de emergencia habrán de ser proporcionadas a quienes tengan encomendados cometidos relacionados con dichos aspectos y deberán figurar, además, por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal adscrito a la obra, tales como oficina de obra, comedores y vestuarios.

Las personas relacionadas con la obra, con las empresas o con los trabajadores, que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el contratista o sus representantes sobre los riesgos a que pueden exponerse, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización de las protecciones individuales de uso obligatorio.

7.3. Información y divulgación.

El contratista o sus representantes en la obra deberán informar a los trabajadores de:

Los resultados de las valoraciones y controles del medio-ambiente laboral correspondientes a sus puestos de trabajo, así como los datos relativos a su estado de salud en relación con los riesgos a los que puedan encontrarse expuesto.

Los riesgos para la salud que su trabajo pueda entrañar, así como las medidas técnicas de prevención o de emergencia que hayan sido adoptadas o deban adoptarse por el contratista, en su caso, especialmente aquéllas cuya ejecución corresponde al propio trabajador y, en particular, las referidas a riesgo grave e inminente.

La existencia de un riesgo grave e inminente que les pueda afectar, así como las disposiciones adoptadas o que deban adoptarse en materia de protección, incluyendo las relativas a la evacuación de su puesto de trabajo.

Esta información, cuando proceda, deberá darse lo antes posible.

El derecho que tienen a paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud y no se hubiesen podido poner en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico o, habiéndoselo comunicado a éste, no se hubiesen adoptado las medidas correctivas necesarias.

Las informaciones anteriormente mencionadas deberán ser proporcionadas personalmente al trabajador, dentro del horario laboral o fuera del mismo, considerándose en ambos casos como tiempo de trabajo el empleado para tal comunicación.

Asimismo, habrá de proporcionarse información a los trabajadores, por el contratista o sus representantes en la obra, sobre:

Obligaciones y derechos del contratista y de los trabajadores.

Funciones y facultades de los Servicios de Prevención, Comités de Salud y Seguridad y delegados de Prevención. Servicios médicos y de asistencia sanitaria con indicación del nombre y ubicación del centro asistencial al que acudir en caso de accidente.

Organigrama funcional del personal de Seguridad y Salud laboral de la empresa adscrita a la obra y de los órganos de prevención que inciden en la misma.

Datos sobre el seguimiento de la siniestralidad y sobre las actuaciones preventivas que se llevan a cabo en la obra por la empresa.

Estudios, investigaciones y estadísticas sobre la salud de los trabajadores.

Toda la información referida se le suministrará por escrito a los trabajadores o, en su defecto, se expondrá en lugares visibles y accesibles a los mismos, como oficina de obra, vestuarios o comedores, en cuyo caso habrá de darse conocimiento de ello.

El contratista deberá disponer en la oficina de obra de un ejemplar del Plan de Seguridad y Salud laboral aprobado y de las normas y disposiciones vigentes que incidan en la obra.

En la oficina de obra se contará, también, con un ejemplar del Plan y de las normas señaladas, para ponerlos a disposición de cuantas personas o instituciones hayan de intervenir, reglamentariamente, en relación con ellos.

El contratista o sus representantes deberán proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral toda la información documental relativa a las distintas incidencias que puedan producirse en relación con dicho Plan y con las condiciones de trabajo de la obra.

El contratista deberá colocar en lugares visibles de la obra rótulos o carteles anunciadores, con mensajes preventivos de sensibilización y motivación colectiva. Deberá exponer, asimismo, los que le sean proporcionados por los organismos e instituciones competentes en la materia sobre campañas de divulgación.

El contratista deberá publicar mediante cartel indicado, en lugar visible y accesible a todos los trabajadores, la constitución del organigrama funcional de la Seguridad y Salud laboral de la obra y de los distintos órganos especializados en materia de prevención de riesgos que incidan en la misma, con expresión del nombre, razón jurídica, categoría a cualificación, localización y funciones de cada componente de los mismos. De igual forma habrá de publicar las variaciones que durante el curso de la obra se produzcan en el seno de dichos órganos.

7.4. Atribuciones generales de seguridad del personal facultativo de la obra.

Independiente de las atribuciones, obligaciones y responsabilidades que el R.D.1426/97 establece para los Responsables de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra y durante la elaboración del proyecto, las cuales vienen definidas en el mismo.

La empresa constructora en su estructura de gestión empresarial tiene fijado para todos sus Centros de Trabajo, el sistema de "Seguridad Integrada", es decir considera que la Seguridad, la Higiene, la Prevención de Pérdidas y el Control de la Calidad Total, son tareas directivas a realizar por las diferentes "Líneas de Mando" habituales en la misma y que incluyen desde la Alta Dirección hasta Jefes de Equipo, Capataces así como los Responsables Técnicos a pie de obra de las empresas subcontratadas, siendo todos ellos, y a su nivel, Supervisores de Seguridad. Por principio, el Supervisor es responsable

de cuantas actividades se desarrollen en su área de competencia, incluyendo naturalmente, la seguridad de las personas e instalaciones a su cargo.

A la hora de establecer prioridades, la Prevención de Accidentes ocupa el mismo nivel de importancia que la Producción, la Calidad y los Costos.

A continuación, van descritas las más relevantes funciones de tipo general, entre las que destacan:

1. Encargados de que todos los que participan en una operación bajo su mando reciben el entrenamiento adecuado para la realización de los trabajos a ellos encomendados con un grado aceptable de aseguramiento de la calidad y del control de los riesgos para las personas y las cosas.
2. Encargados de que los Planes de Seguridad que afecten a su área de trabajo estén actualizados, a disposición de los ejecutantes y que sea exigido su cumplimiento.
3. Encargados de que exista la información suficiente sobre los riesgos de exposición a los productos, medios auxiliares, máquinas y herramientas utilizadas en su área de responsabilidad. Si no existiese, deberá solicitarla al suministrador o departamento competente para facilitarla, y en última instancia, al Director o Responsable de su Centro de Trabajo.
4. Encargados de que en su área se cumpla con el programa de Seguridad, previamente establecido.
5. Encargados de que exista en su área de responsabilidad y se realice prácticamente un programa rutinario de comprobación del entorno laboral, los medios, aparatos y dispositivos que existan en relación con la Prevención. En particular:
 - Prendas y Equipos de Protección Individual, su estado y mínimos de utilización. Sistemas de Protección Colectiva y su eficacia preventiva.
 - Equipos de detección de riesgos higiénicos y comprobación del medio ambiente de trabajo.
 - Estado de limpieza y salubridad de las instalaciones de implantación provisional a utilizar por el personal de obra. Estado y funcionamiento de los recipientes de gases a presión, retimbrado de los mismos y válvulas de seguridad.
 - Mangueras y juntas de expansión.
 - Maquinaria, máquinas herramientas, instrumentos críticos, medios auxiliares, aparatos de elevación, herramientas y en general todos aquellos sistemas o equipos que se consideren problemáticos o peligrosos en condiciones normales de trabajo.
 - Condiciones climatológicas adversas.
 - Almacenamiento de productos tóxicos, contaminantes y/o peligrosos. Etc.

1. Encargados de efectuar las revisiones de Seguridad del área a su cargo, en relación con las distintas operaciones que allí se realicen. En el caso de que su realización se salga fuera de su competencia, solicitarla de los correspondientes Servicios o Especialistas, propios o concertados.
2. Encargados de informar, mediante reuniones de seguridad, charlas de tajo u otros medios, siempre que ocurra un accidente o incidente potencialmente importantes en su área de responsabilidad, para su estudio y análisis o cuando lo crea oportuno para la motivación o la formación en Prevención.
3. Encargados de solicitar a su superior jerárquico y cumplir las revisiones de seguridad de nuevas instalaciones, así como sugerir mejoras para la modificación de las existentes.
4. Encargados asimismo de garantizar la clasificación de los riesgos y la prelación de los distintos niveles preventivos en la utilización de todos los productos y energías incluidos en los procesos de trabajo desarrollados en su área.
5. Encargados de preparar los trabajos e instalaciones para realizar las tareas de Mantenimiento Preventivo, proporcionando a los ejecutantes la información y los medios necesarios para su realización con seguridad.
6. Encargados de cumplir y hacer cumplir la reglamentación vigente en materia de seguridad, las Normas Internas de Seguridad de su propia empresa y las contenidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en lo que respecta al personal propio como al subcontratado.
7. Encargados de notificar jerárquicamente a su Dirección la producción de cualquier incidente o accidente que ocurra en sus instalaciones e iniciar la investigación técnica del mismo, así como el establecimiento de medidas preventivas, con independencia de que se hayan producido o no daños.
8. Realización de la parte que les corresponda de las tareas y actividades señaladas en el estudio de seguridad y salud y controles administrativos. En aras del perfeccionamiento y simplificación de los mismos, aportará las sugerencias de mejora y simplificación que estime necesarios, a sus superiores jerárquicos.
9. Establecer un programa básico de Mantenimiento preventivo de las instalaciones, utillaje, máquinas, herramientas y equipos de protección individual y colectivos correspondientes a su área de responsabilidad.

7.5. Funciones específicas de seguridad.

7.5.1. Dirección de obra.

La empresa constructora y Responsables Técnicos de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen la máxima responsabilidad en materia de Producción y Condiciones de Trabajo, en función de sus atribuciones sobre la "Línea Ejecutiva".
2. Asignan responsabilidad y autoridad delegada a los Mandos en materia de prevención de accidentes y control de aseguramiento de la calidad del personal y actividades sometidos a su jurisdicción.
3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de Seguridad atendiendo las sugerencias de los especialistas, propios o externos, asesores de seguridad, así como a los restantes órganos ejecutivos de la Empresa competentes en la mejora de las Condiciones de Trabajo.
4. Promulgan las políticas en materia de prevención de la siniestralidad y mejora de las condiciones de trabajo en la empresa, y las hace cumplir.
5. Dentro de sus respectivas competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar las políticas de mejora de las condiciones de trabajo.
6. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención, adecuado para cualificar a los Técnicos y Cuadros de Mando bajo su jurisdicción.
7. Aprueban, a iniciativa propia o propuesta del Comité de Seguridad e Higiene, la concesión de premios o sanciones de los Cuadros de Mando que dependan jerárquicamente de él, y que a su juicio sean acreedores a las mismas, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

7.5.2. Jefes y técnicos de obra.

Los responsables Técnicos de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen responsabilidad y autoridad delegada en materia de Producción y Condiciones de Trabajo en función de sus competencias sobre el personal de la "Línea Productiva" sometido a su jurisdicción, y de las Empresas de Subcontrata que estén a su mando.
2. Asignan responsabilidades y autoridad delegada en materia de prevención de accidentes a los Cuadros de Mando y Técnicos, del personal a su cargo, tanto propios como subcontratado.
3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad, según lo recomendado por la Dirección de la empresa, Dirección Facultativa de la Obra y Mutuas Patronales de Accidentes de Trabajo (propia y de las empresas subcontratadas).
4. Supervisan y colaboran en el análisis y propuestas de solución de la investigación técnica de los accidentes ocurridos en la obra (tanto del personal propio como subcontratado), mediante la cumplimentación del documento establecido al efecto, adoptando de inmediato las medidas correctoras que estén a su alcance.

5. Divulgan la política general de la empresa en materia de seguridad y medicina preventiva, dentro de su jurisdicción, y velan por su cumplimiento, así como de mantener unos niveles altos en la relación productividad y condiciones de trabajo.
6. Dentro de sus competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar la política de prevención en las obras a su cargo.
7. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención adecuado para cualificar a los Técnicos, Cuadros de Mando y Personal de Producción, dentro de su jurisdicción.
8. Presiden el órgano colegiado de seguridad que, en función del volumen e importancia de la obra, se considere oportuno establecer (p.e. Comisión General de Seguridad e Higiene de Empresas de Contrata, Comisión de Seguridad e Higiene de Subcontratistas, Círculos de Seguridad o Comité de Seguridad e Higiene). En obras de menor volumen despachará regularmente con el o los Delegados de Prevención.
9. Controlan el cumplimiento y materialización de los compromisos adquiridos en el E.B.S.S. de aquellas obras que lo tengan establecido por ley.
10. Proponen a sus superiores jerárquicos y/o al Comité de S. e H. los nombres y circunstancias del personal a su mando, que a su juicio sean acreedores de premio o sanciones graves o muy graves, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.
11. Exigirán a las empresas contratadas o subcontratadas el cumplimiento riguroso de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora.

7.5.3. Mandos intermedios.

Los mandos intermedios, Encargados, Capataces, Jefes de Equipo o de Brigada y Técnicos Especialistas a pie de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Son responsables de la seguridad y condiciones de trabajo de su grupo de trabajadores.
2. Son responsables de la seguridad del lugar de trabajo, orden y limpieza, iluminación, ventilación, manipulación y acopio de materiales, recepción, utilización y mantenimiento de equipos.
3. Cuidarán de que se cumplan las normas relativas al empleo de prendas y equipos protectores.
4. Son responsables de que se presten con rapidez los primeros auxilios a los lesionados.

5. Deben informar a su Mando Superior e investigar técnicamente todos los accidentes producidos en su área de responsabilidad, analizando las causas y proponiendo soluciones, mediante el documento establecido al efecto en el presente E.S.S. "Informe Técnico de Investigación de Accidente" (ITIA).
6. Facilitarán gratuitamente a los trabajadores los medios de protección personal homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizados para todo el personal de la empresa constructora. Entra dentro de sus competencias, asegurarse el acopio suficiente y suministro de estos materiales, así como el control documental de su entrega y seguimiento de su correcta utilización. Los operarios de empresas subcontratadas que incumplan con el compromiso de su empleador respecto a la correcta utilización de Equipos de Protección Individual y Sistemas de Protección Colectiva, para la realización de sus trabajos, fijados en las cláusulas de seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora, verán subsanadas por parte de la misma, las situaciones de riesgo voluntariamente asumidas, imputando íntegramente la repercusión de su coste en la certificación a abonar al subcontratista del cual dependa.
7. Mantendrá reuniones informales de seguridad con sus productores y responsables de las empresas subcontratadas, tratando también de los temas de seguridad con los trabajadores por separado.
8. Fomentarán y estimularán los cometidos de los Delegados de Prevención a su cargo.
9. Colaborará con los Representantes legales de los Trabajadores en cuantas sugerencias de carácter preventivo puedan aportar.
10. Cumplirán personalmente y harán cumplir al personal y subcontratistas a sus órdenes la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad de carácter interno de la empresa constructora, así como las específicas para cada Centro de Trabajo fijadas por el Estudio de seguridad y Salud y el Plan de seguridad y salud.
11. Tienen responsabilidad y autoridad delegada de la Alta Dirección de su empresa en materia de seguridad en función de sus atribuciones sobre el personal de la Línea Productiva y subcontratistas sometidos a su jurisdicción.
12. Asignan responsabilidades y autoridad delegada al personal de producción cualificado en materia de prevención de accidentes, sobre los trabajadores y subcontratistas que estén a cargo de ellos.
13. Darán a conocer al personal a su cargo y subcontratistas, las directrices de prevención que sucesivamente adopte la Empresa y la Dirección Facultativa de la Obra, velando por su cumplimiento.
14. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad que afecten a este Centro de Trabajo, según lo recomendado por los órganos de la empresa constructora y de la Dirección Facultativa, competentes en materia de prevención.
15. Dentro de sus competencias autorizarán los gastos necesarios para desarrollar la política en su Centro de Trabajo.

16. Procederán a una acción correctora cuando observen métodos o condiciones de trabajo inseguras e interesarán a aquellas personas, departamentos, empresas subcontratadas, Dirección Facultativa o Propiedad, según proceda, que por su situación o competencias puedan intervenir en la solución de aquellos problemas que escapen a sus medios y competencias técnicas.
17. Tienen la facultad de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes, siempre que no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos o minimizarlos.
18. Realizarán y supervisarán mensualmente la inspección de seguridad y de mantenimiento preventivo de los diferentes tajos y equipos de la obra a su cargo.
19. Intervendrán con el personal a sus órdenes en la reducción de las consecuencias de siniestros que puedan ocasionar víctimas en el Centro de Trabajo y prestarán a éstos los primeros auxilios que deban serles dispensados. Fomentará y estimulará los cometidos de los Socorristas del Centro de Trabajo a su cargo.
20. Promocionarán y facilitarán el adiestramiento profesional de sus trabajadores, seleccionándolos y controlando se observen las prácticas de trabajo habituales para el correcto desempeño de cada oficio.
21. Dentro de sus posibilidades, promocionarán y facilitarán la formación en materia de prevención del personal a su cargo.
22. Exigirán a las empresas contratadas y Subcontratistas el cumplimiento de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora.

7.5.4. Representantes legales del personal de la empresa constructora.

Corresponde a los órganos de representación del Personal y los Representantes Sindicales, de acuerdo con lo dispuesto en el Estatuto de los Trabajadores y la Ley Orgánica de Libertad Sindical, la vigilancia y control de la puesta en práctica de la normativa de aplicación en materia de seguridad, patología laboral y condiciones de trabajo, formulando en su caso, y en su calidad de representantes, las acciones legales oportunas ante la empresa y los órganos de jurisdicción competentes.

Las funciones básicas de los Representantes legales de los Trabajadores en el área de la Prevención de Riesgos en la empresa serán la definidas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

7.5.5. Delegados de prevención.

La empresa constructora y cada una de las empresas contratadas, con más de 5 trabajadores a pie de obra, tendrá nombrado un Delegado de Prevención

Su cualificación técnica estará avalada por documento expedido por el Servicio de Seguridad de su Mutua de Accidentes de Trabajo, con antelación a su nombramiento definitivo, que deberá estar acreditado ante la Inspección Provincial de Trabajo.

Sus funciones como Delegados de Prevención, serán compatibles con las que normalmente preste en la Línea Productiva el trabajador designado al efecto y tendrán las competencias legales que dicta la citada Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

7.5.6. Trabajadores.

- Los trabajadores de la empresa constructora, de las empresas subcontratadas y los trabajadores autónomos, realizarán su actividad de conformidad con las prácticas de seguridad establecidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud. y aceptadas en la especialidad que desarrolle.
- Deben dar cuenta a su Encargado de las condiciones, averías o prácticas inseguras apreciadas en equipos, personal propio o ajeno que puedan implicar directamente a la empresa constructora o a terceros en las inmediaciones de la obra.
- Hacer sugerencias de mejora de las medidas de prevención y protección a los mandos responsables de su materialización.
- Usar correctamente los Equipos de Protección Individual (EPI), homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizado en la obra, cuidando de su perfecto estado y conservación.
- Someterse a los reconocimientos médicos preceptivos y a las vacunaciones ordenadas por las Autoridades Sanitarias competentes o por el Servicio Médico de Empresa.
- Cuidar y mantener su higiene personal, en evitación de enfermedades contagiosas o molestas para sus compañeros.
- Comprometerse a no introducir bebidas u otras sustancias no autorizadas en los Centros de Trabajo, no presentarse o permanecer en los mismos en estado de embriaguez o de cualquier otro género de intoxicación.
- Recibir las enseñanzas sobre prevención de accidentes y sobre extinción de incendios, salvamento y socorrismo en los Centros de Trabajo que les sean facilitados por la empresa, Mutua Patronal o por las instituciones competentes de la Administración.
- Proponer a su Mando Inmediato superior la demora o sustitución de la realización de trabajos que impliquen riesgo de accidentes o enfermedad profesional en el caso de que no se disponga de los medios adecuados para llevarlas a cabo con las suficientes garantías para su integridad física o la de sus compañeros.
- Pedir asesoramiento suficiente a su Mando Inmediato superior sobre la realización de aquellas tareas que no comprenda o no se sienta capacitado para llevarlas a término en condiciones de seguridad.
- Si el trabajador conociese la existencia de posibles incompatibilidades entre sus características personales y las condiciones de determinados puestos de trabajo a los que pudiera ser destinado, deberá poner tal hecho en conocimiento del empresario. La omisión de esta comunicación tendrá la consideración de transgresión de la buena fe contractual.
- Cumplirá personalmente la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad internas de la Empresa y de la Dirección Facultativa de la obra donde presta sus servicios.
- Cooperará en la extinción de incendios y en el salvamento de las víctimas de accidentes de trabajo en las condiciones que, en cada caso, sean racionalmente exigibles.

7.5.7. Funciones del "Encargado general".

En cualquier fase el Encargado General deberá realizar la formación específica de su personal, haciendo especial hincapié en su disciplinada integración a los usos y costumbres preventivos del sector de la construcción.

Velará por todos los medios que sus hombres estén en todo momento bajo la cobertura de protecciones de carácter colectivo; cuando esto no fuera posible por las especiales circunstancias del tajo o escasa duración de los trabajos con exposición a riesgo, obligará al empleo de la totalidad de los equipos de protección individual (EPI) recomendados para minimizar las consecuencias de los previsibles incidentes y/o accidentes.

Es responsable de que la construcción de los andamios y plataformas a utilizar por su personal se haga conforme a la normativa técnica del fabricante y reglamentación legal vigente. Velará constantemente por el estado reglamentario y de estabilidad de utilización de andamios, plataformas de trabajo y plataformas de apoyo y accesos. En su calidad de "Jefe de Maniobra" vigilará constantemente la forma de elevación del material.

7.5.8. Funciones del "Jefe de maniobra".

Es el responsable de la coordinación de un equipo compuesto por el "Señalista" y el "Estrobador" durante las operaciones de preparación de equipos, materiales, apilado, eslingado, aplomo, ajuste, embridado, deslingado, descarga, acopio y posicionado de los mismos.

Dará las instrucciones y comprobará personalmente las condiciones de utilización o rechazo de:

Accesorios, suplementos, trabazón, monolitismo de los materiales, para su transporte y sistemas de elevación y manutención mecánica.

Balizado y señalización de zonas de acopio de los materiales y zonas de paso elevado durante la trayectoria de las maniobras.

Estado de las cuerdas de retenida, eslingas planas (de banda textil de fibra), de cable o cadenas, ganchos y sus cierres de seguridad, anclajes de los equipos, conexionado de los elementos hidráulicos, estado de los cables y condiciones de utilización de sus distintos elementos como sistema de trabajo.

Conjuntamente con el "Gruista", comprobará la zona de partida de la maniobra, la zona intermedia a seguir por la trayectoria de la misma y la zona de destino final, cerciorándose de:

Que el piso esté plano y su superficie resista la carga a acopiar y las dinámicas de trabajo de la propia máquina. Que, en las máquinas accionadas por cable, en la posición nominal más baja del bloque diferencial queden aún dos vueltas de cable en el enrollamiento del tambor de elevación.

Que en las máquinas hidráulicas las articulaciones no tengan holguras y los bombines, manguitos y émbolos transmitan la presión correcta sin descompresiones por pérdidas o fugas.

Que la trayectoria de la maniobra no pueda dañar conducciones, instalaciones, equipos ni personas. Que los medios auxiliares los equipos y accesorios sean los adecuados a la maniobra a realizar.

El "Jefe de Maniobra" indica al "Señalista" de viva voz (sin gesto ni ademán alguno que pueda ser mal interpretado por el "Gruista"), el momento en que puede iniciarse la maniobra, su destino y eventualmente, el itinerario y precauciones especiales a adoptar.

Si el "Jefe de Maniobra" realiza conjuntamente otras funciones como las de "Señalista" o las correspondientes al "Estrobador", debe prestar especial atención en que las señales que pueda hacer con las manos a sus ayudantes no puedan nunca ser confundidas con los ademanes dirigidos al "Gruista".

7.5.9. Funciones del "Señalista".

El "Señalista" es un auxiliar de "Jefe de Maniobra" de quien recibe las órdenes, cuya misión consiste en dirigir al "Gruista" en cada una de las fases de la maniobra.

El "Señalista" pasa a ser el "Jefe del Gruista", desde el momento en que hace el ademán normalizado de toma de mando y este ha contestado "entendido".

Desde que se inicia la maniobra, durante su trayectoria, y si tiene jurisdicción en la zona de llegada, el "Señalista" tiene la responsabilidad de las órdenes dadas al "Gruista".

El "Señalista" ha de comunicarse con el "Gruista" mediante señales normalizadas, utilizando ambos brazos.

Salvo en los casos de movimientos lentos de aproximación, el "Señalista" no debe repetir ningún ademán (excepto si el "Gruista" da la señal de repetición).

No es misión del "Señalista" indicar al operador de la grúa cuáles son las palancas o mandos a accionar para efectuar determinado movimiento.

Durante el desplazamiento en la zona de su mando, el "Señalista" guía el movimiento de cargas y elementos articulados, para evitar golpes con obstáculos, ya que el gruista carece de la adecuada referencia de relieve.

El "Señalista" no abandona el mando hasta la llegada al destino final de la maniobra o al límite de su jurisdicción. Antes de dar la orden de bajada, el "señalista" se asegurará de que no hay persona alguna en la zona sobre la que se ha de depositar la carga.

Para el cumplimiento correcto de su función, el "Señalista" se situará en un lugar que le permita: Ser visto perfectamente por el "Gruista".

Ver por su parte, y en las mejores condiciones posibles, todos los sistemas implicados en la maniobra, y poder seguirla con la vista durante su desplazamiento en la zona que tiene asignada.

No encontrarse él mismo amenazado por los desplazamientos de la maniobra, si ésta pasa por las inmediaciones de donde se encuentra situado.

La plataforma de señalización u observatorio situado a más de 2 m de altura, dispondrá de las protecciones colectivas perimetrales reglamentarias, y si esto no es posible, el "Señalista" utilizará cinturón anticaídas a una sirga de afianzamiento que le facilite los desplazamientos horizontales sin dificultad. El suelo estará limpio y libre de obstáculos.

El "Señalista" debe permanecer constantemente a la vista del "Gruista". En los casos necesarios, pedirá al "Jefe de Maniobra" un auxiliar como enlace, para que le informe sobre la situación de determinado punto de acción de la maniobra.

El "Señalista" debe disponer de una indumentaria suficientemente vistosa e identificativa de su misión (P.e. casco y guantes en color fosforito, brazalete, chaleco fotoluminiscente, parka de señalista de O.P., etc.).

7.5.10. Funciones del "Estrobador".

El "Estrobador" es un auxiliar del "Jefe de Maniobra", de quien recibe las órdenes, su misión consiste en elegir los medios auxiliares y equipos para asegurar la correcta operatividad de la maniobra y la estabilidad del conjunto durante su trayectoria. Su función puede coincidir con la del "Señalista".

Al comenzar la jornada, comprobará la inexistencia de defectos que descalifiquen la utilización de medios o equipos para la realización de las maniobras previstas.

Procederá a la retirada, etiquetaje e inutilización de los elementos aportados por equipos de trabajo, designados como "fuera de servicio".

Distribuirá los pesos y cargas de forma racional y uniformemente repartida para no castigar los equipos empleados. Se asegurará de que el equipo o medio auxiliar a utilizar, no sobrepase la capacidad de la máquina que tiene que utilizarlo.

Empleará solo señales convenidas para dirigir al "Señalista" y permanecerá donde el "Gruista" o, en su defecto el "Señalista", puedan verle.

No pasará nunca por debajo de cargas suspendidas, ni permitirá que otros lo hagan.

No arrastrará descolgará o dejará caer las eslingas o equipos acoplados, antes bien, apilará y acuñará los elementos de forma que no puedan deslizarse o desequilibrarse.

No permitirá el izado, suspensión, sostenimiento o descenso de ninguna armadura, uña portapalets, cangilón o tolva, por medio de cadena o eslinga de cable metálico que tenga un nudo en cualquier parte sometida a tracción directa, ni tampoco con cadenas acortadas o empalmadas provisionalmente o de forma inadecuada.

Exigirá y comprobará los certificados de control de calidad realizados por los fabricantes respecto a sus equipos, medios auxiliares y accesorios de estrobado.

El transporte suspendido de cargas, debe realizarse de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores responsables de la maniobra estrobado y aparejado de armaduras irán provistos de guantes anticorte y antiabrasión, casco, calzado de seguridad y chalecos reflectantes de señalista.

8. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, Ley 31/1995, de 8 de Noviembre; BOE de 10 de Noviembre/1995.
- REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE nº 60 11/03/2006 - Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (RD 485/97 BOE 23/04/97).
- REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión publicado en el BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- R.D. 1407/92 de 20/11/92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPIs).
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 BOE de 12/06/97.
- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 BOE de 07/07/97.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, BOE de 31/01/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de Abril BOE de 23/04/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbales, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de Abril, BOE de 23/04/97.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-5-52) (B.O.E.] 5-6-52).
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-11-59) (B.O.E. 27-11-59).
- 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.

Aparte de las disposiciones legales citadas, se tendrá en cuenta las normas contenidas en el Reglamento de Régimen Interior de la empresa, así como las que provienen del Comité de Seguridad e Higiene y en el caso de los Convenios Colectivos y por su interés, el repertorio de recomendaciones prácticas de la O.I.T.

9. MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA.

9.1. Condiciones generales.

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud laboral y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el Estudio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores. Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el contratista tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberá realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

9.2. Información previa.

Antes de acometer cualquier de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el contratista deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de Seguridad y Salud laboral requeridas. A tales efectos recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

Servidumbre o impedimentos de redes de instalaciones y servicios y otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.

Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.

Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de Seguridad y Salud laboral de los trabajadores.

Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

9.3. Servicios afectados: identificación, localización y señalización.

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen el solar o estén próximas a él se interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora. A tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable. Habrá de vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

En el supuesto de redes subterráneas de gas, agua o electricidad, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio.

Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

9.4. Accesos, circulación interior y delimitación de la obra.

Antes del inicio de la obra deberán quedar definidos y ejecutados su cerramiento perimetral, los accesos a ella y las vías de circulación y delimitaciones exteriores.

Las salidas y puertas exteriores de acceso a la obra serán visibles o debidamente señalizadas y suficientes en número y anchura para que todos los trabajadores puedan abandonar la obra con rapidez y seguridad. No se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

Los accesos a la obra serán adecuados y seguros, tanto para personas como para vehículos y máquinas.

Deberán separarse, si es posible, los de estos últimos de los del personal. Dicha separación, si el acceso es único, se hará por medio de una barandilla y será señalizada adecuadamente.

El ancho mínimo de las puertas exteriores será suficiente para el número de personas que se prevea los utilicen normalmente.

En todos los accesos a la obra se colocarán carteles de "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", "Es obligatorio el uso del casco" y "Prohibido aparcar" y, en los accesos de vehículos, el cartel indicativo de "Entrada y salida de vehículos".

Los vehículos, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente o pavimentado, de longitud no menos de vez y media de separación entre ejes o de 6 metros. Si ello no es posible, se dispondrá de personal auxiliar de señalización para efectuar las maniobras.

Se procederá a ejecutar un cerramiento perimetral que delimite el recinto de la obra e impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. Dicho cerramiento deberá

ser suficientemente estable, tendrá una altura mínima de 2 metros y estará debidamente señalizado.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas tendrán un ancho mínimo de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas. Sus pendientes no serán inferiores del 12 y 8%, respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvas. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos que se utilicen. Deberán acotarse y delimitarse las zonas de cargas, descargas, acopios, almacenamiento y las de acción de los vehículos y máquinas dentro de la obra. Habrán de quedar previamente definidos y debidamente señalizados los trazados y recorridos de los itinerarios interiores de vehículos, máquinas y personas, así como las distancias de seguridad y limitaciones de zonas de riesgo especial, dentro de la obra y en sus proximidades.

10. MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN.

10.1. Protecciones colectivas.

10.1.1. Generalidades.

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.

En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente).

Mantenimiento

Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

10.1.2. Señalización y ordenación del tráfico.

La señalización será visible y sencilla que, con fácil interpretación, advierta de los riesgos existentes. Se emplearán colores, avisos, señales, balizamientos, etc., para facilitar la atención visual.

Se considerará una zona de 5 cm. alrededor de la máquina como zona de peligrosidad.

Cuando trabajan varias máquinas en el mismo tajo, la distancia mínima entre ellas será de 30 m.

Las rampas de acceso serán estables y con el talud adecuado, el borde la rampa estará reforzada con un retablo que sirve de tope a los camiones en la circulación. Las rampas estarán señalizadas con stop, limitación de velocidad, pendiente, etc.

10.2. Equipos de protección individual.

10.2.1. Generalidades.

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los E.P.I. que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los E.P.I. que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes.

10.2.2. Exigencias esenciales de sanidad y seguridad.

Los E.P.I. deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del E.P.I. se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad.

Los materiales de que estén compuestos los E.P.I. y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario.

Cualquier parte de un E.P.I. que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los E.P.I. ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas.

Los E.P.I. posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán estos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los E.P.I. se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los E.P.I. serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Antes de la primera utilización en la obra de cualquier E.P.I. habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.

Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los E.P.I. ni en el usuario.

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los E.P.I.

Accesorios que se pueden utilizar en los E.P.I. y características de las piezas de repuesto adecuadas. Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes. Fecha o plazo de caducidad de los E.P.I. o de algunos de sus componentes.

Tipo de embalaje adecuado para transportar los E.P.I.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

11. SEÑALIZACIONES.

11.1. Normas generales.

El contratista deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad.

La puesta en práctica del sistema de señalización no dispensará, en ningún caso, de la adopción de los medios de protección indicados en el presente documento.

Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra.

Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

El material constitutivo de las señales (paneles, conos de balizamiento, letreros, etc) será capaz de resistir tanto las inclemencias del tiempo como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

11.2. Señalización de las vías de circulación.

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

11.3. Personal auxiliar de los maquinistas para señalización.

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás.

Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

12. CONCLUSIÓN

Por todo lo que se adjunta en el presente Estudio de Seguridad y Salud, estimamos que queda suficientemente explicado la obra a realizar, a la vez que aclaradas las especificaciones técnicas que se van a tener en cuenta a la hora de realizar los trabajos.

Quedamos, así mismo, a disposición de los organismos competentes para cuantas aclaraciones y correcciones estimen oportunas; y esperamos que este Estudio de Seguridad y Salud surta los efectos deseados a fin de obtener los permisos necesarios.

El Ingeniero Técnico Eléctrico



Sergio Paredes García,
Nº de colegiado 26.543 por el COGITIM

CAPÍTULO VII. FICHAS TÉCNICAS



BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DEG19C.20

PRODUCT RANGE: 535-555W

555W

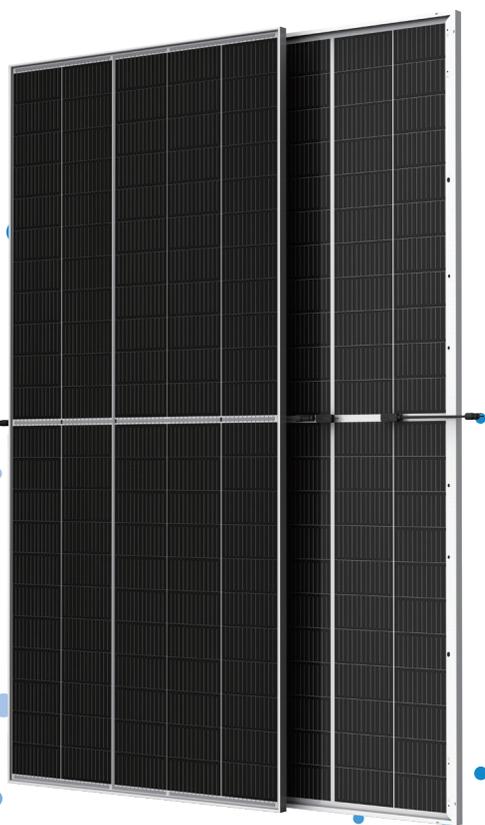
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.2%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment



High power up to 555W

- Up to 21.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

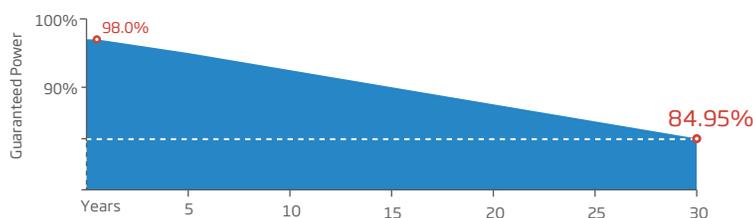
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



Comprehensive Products and System Certificates



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730

ISO 9001: Quality Management System

ISO 14001: Environmental Management System

ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification

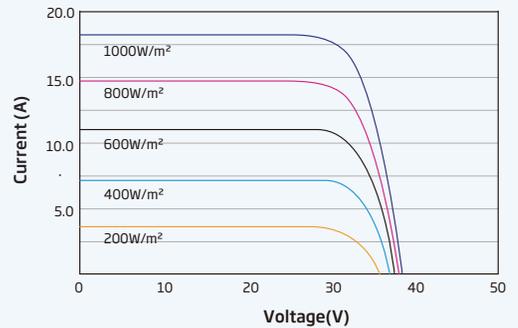
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



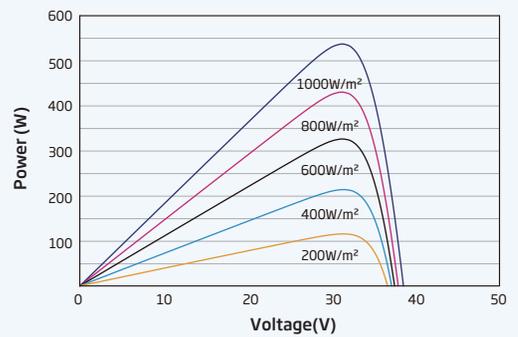
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(540 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(540 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

| Peak Power Watts - P _{MAX} (Wp)* | 535 | 540 | 545 | 550 | 555 |
|--|-------|-------|--------|-------|-------|
| Power Tolerance - P _{MAX} (W) | | | 0 ~ +5 | | |
| Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V) | 31.2 | 31.4 | 31.6 | 31.8 | 32.0 |
| Maximum Power Current - I _{MPP} (A) | 17.16 | 17.21 | 17.24 | 17.29 | 17.35 |
| Open Circuit Voltage - V _{OC} (V) | 37.5 | 37.7 | 37.9 | 38.1 | 38.3 |
| Short Circuit Current - I _{SC} (A) | 18.24 | 18.30 | 18.35 | 18.39 | 18.43 |
| Module Efficiency η _m (%) | 20.5 | 20.7 | 20.9 | 21.0 | 21.2 |

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total Equivalent power - P _{MAX} (Wp) | 573 | 578 | 583 | 589 | 594 |
| Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V) | 31.2 | 31.4 | 31.6 | 31.8 | 32.0 |
| Maximum Power Current - I _{MPP} (A) | 18.36 | 18.41 | 18.45 | 18.50 | 18.56 |
| Open Circuit Voltage - V _{OC} (V) | 37.5 | 37.7 | 37.9 | 38.1 | 38.3 |
| Short Circuit Current - I _{SC} (A) | 19.52 | 19.58 | 19.63 | 19.68 | 19.72 |
| Irradiance ratio (rear/front) | 10% | | | | |

Power Bifaciality: 70±5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power - P _{MAX} (Wp) | 405 | 409 | 413 | 416 | 420 |
| Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V) | 29.0 | 29.2 | 29.4 | 29.5 | 29.7 |
| Maximum Power Current - I _{MPP} (A) | 13.97 | 14.02 | 14.08 | 14.10 | 14.14 |
| Open Circuit Voltage - V _{OC} (V) | 35.3 | 35.5 | 35.7 | 35.9 | 36.1 |
| Short Circuit Current - I _{SC} (A) | 14.70 | 14.75 | 14.79 | 14.82 | 14.85 |

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

| | |
|----------------------|--|
| Solar Cells | Monocrystalline |
| No. of cells | 110 cells |
| Module Dimensions | 2384×1096×30 mm (93.86×43.15×1.18 inches) |
| Weight | 32.3 kg (71.2 lb) |
| Front Glass | 2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass |
| Encapsulant material | EVA/POE |
| Back Glass | 2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass) |
| Frame | 30mm(1.18 inches) Anodized Aluminium Alloy |
| J-Box | IP 68 rated |
| Cables | Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized |
| Connector | MC4 EVO2 / TS4* |

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

| | |
|---|-------------|
| NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) | 43°C (±2°C) |
| Temperature Coefficient of P _{MAX} | -0.34%/°C |
| Temperature Coefficient of V _{OC} | -0.25%/°C |
| Temperature Coefficient of I _{SC} | 0.04%/°C |

MAXIMUM RATINGS

| | |
|-------------------------|---------------------------------|
| Operational Temperature | -40~+85°C |
| Maximum System Voltage | 1500V DC (IEC) 1500V DC (UL) |
| Max Series Fuse Rating | 35A |

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
2% first year degradation
0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 36 pieces
Modules per 40' container: 720 pieces

SINVERT PVS 500 / PVS 600

Instrucciones de servicio · 04/2011



SINVERT

Answers for the environment.

SIEMENS

SIEMENS

Inversor SINVERT

Inversores centralizados PVS500/PVS600

Instrucciones de servicio

| | |
|---|-----------|
| <u>Introducción</u> | 1 |
| <u>Consignas de seguridad</u> | 2 |
| <u>Descripción</u> | 3 |
| <u>Planificación de la aplicación</u> | 4 |
| <u>Montaje</u> | 5 |
| <u>Conexión</u> | 6 |
| <u>Puesta en marcha</u> | 7 |
| <u>Manejo y visualización</u> | 8 |
| <u>Avisos de fallo, alarma y del sistema</u> | 9 |
| <u>Mantenimiento y reparación</u> | 10 |
| <u>Datos técnicos</u> | 11 |
| <u>Croquis acotados</u> | 12 |
| <u>Datos de pedido</u> | 13 |
| <u>Soporte técnico</u> | A |
| <u>Vista general del cableado del maestro y del esclavo</u> | B |

Notas jurídicas

Filosofía en la señalización de advertencias y peligros

Este manual contiene las informaciones necesarias para la seguridad personal así como para la prevención de daños materiales. Las informaciones para su seguridad personal están resaltadas con un triángulo de advertencia; las informaciones para evitar únicamente daños materiales no llevan dicho triángulo. De acuerdo al grado de peligro las consignas se representan, de mayor a menor peligro, como sigue.

| |
|--|
|  PELIGRO |
| Significa que, si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas se producirá la muerte, o bien lesiones corporales graves. |
|  ADVERTENCIA |
| Significa que, si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas puede producirse la muerte o bien lesiones corporales graves. |
|  PRECAUCIÓN |
| con triángulo de advertencia significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas, pueden producirse lesiones corporales. |
| PRECAUCIÓN |
| sin triángulo de advertencia significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas, pueden producirse daños materiales. |
| ATENCIÓN |
| significa que puede producirse un resultado o estado no deseado si no se respeta la consigna de seguridad correspondiente. |

Si se dan varios niveles de peligro se usa siempre la consigna de seguridad más estricta en cada caso. Si en una consigna de seguridad con triángulo de advertencia se alarma de posibles daños personales, la misma consigna puede contener también una advertencia sobre posibles daños materiales.

Personal cualificado

El producto/sistema tratado en esta documentación sólo deberá ser manejado o manipulado por **personal cualificado** para la tarea encomendada y observando lo indicado en la documentación correspondiente a la misma, particularmente las consignas de seguridad y advertencias en ella incluidas. Debido a su formación y experiencia, el personal cualificado está en condiciones de reconocer riesgos resultantes del manejo o manipulación de dichos productos/sistemas y de evitar posibles peligros.

Uso previsto o de los productos de Siemens

Considere lo siguiente:

| |
|--|
|  ADVERTENCIA |
| Los productos de Siemens sólo deberán usarse para los casos de aplicación previstos en el catálogo y la documentación técnica asociada. De usarse productos y componentes de terceros, éstos deberán haber sido recomendados u homologados por Siemens. El funcionamiento correcto y seguro de los productos exige que su transporte, almacenamiento, instalación, montaje, manejo y mantenimiento hayan sido realizados de forma correcta. Es preciso respetar las condiciones ambientales permitidas. También deberán seguirse las indicaciones y advertencias que figuran en la documentación asociada. |

Marcas registradas

Todos los nombres marcados con ® son marcas registradas de Siemens AG. Los restantes nombres y designaciones contenidos en el presente documento pueden ser marcas registradas cuya utilización por terceros para sus propios fines puede violar los derechos de sus titulares.

Exención de responsabilidad

Hemos comprobado la concordancia del contenido de esta publicación con el hardware y el software descritos. Sin embargo, como es imposible excluir desviaciones, no podemos hacernos responsable de la plena concordancia. El contenido de esta publicación se revisa periódicamente; si es necesario, las posibles las correcciones se incluyen en la siguiente edición.

Índice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introducción | 9 |
| 1.1 | Informaciones previas..... | 9 |
| 1.2 | Reciclaje y gestión de residuos..... | 9 |
| 2 | Consignas de seguridad | 11 |
| 2.1 | Consignas generales de seguridad..... | 11 |
| 2.2 | Seguridad en el trabajo..... | 12 |
| 2.3 | Peligros durante el manejo y el montaje..... | 13 |
| 2.4 | Peligros en plantas fotovoltaicas..... | 14 |
| 2.5 | Parámetros de vigilancia de la red incorrectos..... | 14 |
| 2.6 | Posibles lagunas de seguridad en interfaces IT estándar..... | 15 |
| 3 | Descripción | 17 |
| 3.1 | Características..... | 18 |
| 3.2 | Diseño..... | 19 |
| 3.3 | Principio de funcionamiento..... | 21 |
| 3.4 | Combinaciones maestro/esclavo..... | 22 |
| 3.5 | Opciones de inversor..... | 27 |
| 3.5.1 | Puesta a tierra campo FV..... | 27 |
| 3.5.2 | Aumento máx. tensión DC a 1000 V..... | 29 |
| 3.5.3 | Calefacción del armario..... | 30 |
| 3.5.4 | Vigilancia de equilibrio..... | 30 |
| 4 | Planificación de la aplicación | 31 |
| 4.1 | Embalaje, envío y entrega..... | 31 |
| 4.1.1 | Embalaje de transporte..... | 31 |
| 4.1.2 | Identificación del centro de gravedad y posición de transporte..... | 33 |
| 4.1.3 | Envío y entrega..... | 33 |
| 4.1.4 | Comprobación de la entrega..... | 33 |
| 4.1.5 | Volumen de suministro..... | 34 |
| 4.2 | Transporte..... | 34 |
| 4.2.1 | Consignas generales de seguridad para el transporte..... | 34 |
| 4.2.2 | Transporte con carro elevador o carretilla elevadora..... | 38 |
| 4.2.3 | Transporte con grúa..... | 39 |
| 4.2.3.1 | Información general..... | 39 |
| 4.2.3.2 | Posibilidades de transporte autorizadas..... | 40 |
| 4.2.3.3 | Modalidades de transporte no autorizadas..... | 42 |
| 4.2.4 | Transporte y alineación de los armarios en talleres eléctricos..... | 43 |
| 4.3 | Almacenamiento..... | 44 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.4 | Emplazamiento | 45 |
| 4.4.1 | Requisitos generales..... | 45 |
| 4.4.2 | Requisitos de las instalaciones eléctricas..... | 46 |
| 4.4.3 | Ventilación y purga de aire..... | 48 |
| 4.4.4 | Puesta a tierra y protección contra rayos | 48 |
| 5 | Montaje..... | 49 |
| 5.1 | Preparativos | 49 |
| 5.2 | Información de seguridad para el atornillamiento de los subarmarios | 50 |
| 5.3 | Atornillado de los subarmarios..... | 51 |
| 5.4 | Unión mecánica con la base..... | 52 |
| 5.5 | Montaje de las campanas extractoras (opcional) | 53 |
| 6 | Conexión | 55 |
| 6.1 | Consignas de seguridad generales | 55 |
| 6.2 | Cableado..... | 56 |
| 6.3 | Conexión de los distintos cables..... | 57 |
| 6.3.1 | Requisitos..... | 57 |
| 6.3.2 | Sinopsis..... | 57 |
| 6.3.3 | Puesta a tierra..... | 59 |
| 6.3.4 | Cables de señales y comunicación interna..... | 60 |
| 6.3.5 | Conexión para la opción "Puesta a tierra del campo FV"..... | 64 |
| 6.3.6 | Comunicación externa | 65 |
| 6.3.7 | Unión de los armarios DC-AC..... | 66 |
| 6.3.8 | Alimentación auxiliar AC | 67 |
| 6.3.9 | Red principal AC | 68 |
| 6.3.10 | Circuito intermedio DC (sólo en combinaciones maestro-esclavo) | 69 |
| 6.3.11 | Entrada DC | 70 |
| 6.4 | Función de parada rápida | 71 |
| 7 | Puesta en marcha..... | 73 |
| 7.1 | Sinopsis..... | 73 |
| 7.2 | Puesta en marcha del inversor | 74 |
| 7.3 | Parametrización del inversor..... | 79 |
| 7.4 | Puesta fuera de servicio del inversor..... | 80 |
| 7.4.1 | Puesta fuera de servicio de la unidad inversora..... | 80 |
| 7.4.2 | Puesta fuera de servicio de todo el inversor..... | 81 |
| 8 | Manejo y visualización..... | 83 |
| 8.1 | Estados operativos..... | 83 |
| 8.2 | Parámetro..... | 84 |
| 8.3 | Manejo del inversor a través del panel de mando | 85 |
| 8.4 | Manejo y visualización del inversor mediante Touch Panel | 87 |
| 8.4.1 | Introducción..... | 87 |
| 8.4.2 | Esquema de navegación del Touch Panel | 87 |
| 8.4.3 | Ventana inicial (indicador de estado)..... | 88 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 8.4.4 | Main Menu | 89 |
| 8.4.5 | Indicaciones generales de manejo | 90 |
| 8.4.6 | Servicio | 91 |
| 8.5 | Lista de parámetros | 92 |
| 8.5.1 | Introducción..... | 92 |
| 8.5.2 | Estado operativo | 92 |
| 8.5.3 | Ajustes DC | 92 |
| 8.5.4 | Ajustes AC | 93 |
| 8.5.5 | Parámetros de red | 94 |
| 8.5.6 | Opciones..... | 95 |
| 8.5.7 | Bloques de función | 95 |
| 8.5.8 | Temperaturas y tiempos | 95 |
| 8.5.9 | Otros | 97 |
| 8.6 | Función de parada rápida | 98 |
| 9 | Avisos de fallo, alarma y del sistema | 99 |
| 9.1 | Avisos de fallo..... | 99 |
| 9.2 | Subsanación de fallos..... | 101 |
| 9.3 | Avisos de alarma | 112 |
| 9.4 | Eliminación de las alarmas | 113 |
| 9.5 | Avisos del panel de mando..... | 116 |
| 10 | Mantenimiento y reparación..... | 117 |
| 10.1 | Reparación..... | 117 |
| 10.2 | Mantenimiento..... | 117 |
| 10.3 | Limpieza del interior del armario..... | 118 |
| 10.4 | Sustitución de la bobina del ventilador | 119 |
| 10.5 | Sustitución del ventilador del inversor | 120 |
| 11 | Datos técnicos | 121 |
| 11.1 | Condiciones ambientales..... | 121 |
| 11.2 | Datos mecánicos | 121 |
| 11.3 | Datos eléctricos | 122 |
| 11.4 | Panel de mando e interfaces | 125 |
| 11.5 | Normas vigentes y conformidad | 125 |
| 12 | Croquis acotados..... | 127 |
| 12.1 | Armario eléctrico | 127 |
| 12.2 | Placa base | 129 |
| 12.3 | Campanas extractoras (opcionales)..... | 130 |
| 13 | Datos de pedido | 133 |
| 13.1 | Inversor SINVERT PVS | 133 |
| 13.2 | Accesorios..... | 135 |

| | | |
|----------|--|------------|
| A | Soporte técnico..... | 137 |
| B | Vista general del cableado del maestro y del esclavo..... | 139 |
| | Índice alfabético..... | 143 |

Introducción

1.1 Informaciones previas

Finalidad del manual

Estas instrucciones de servicio contienen toda la información necesaria para la instalación, puesta en marcha y funcionamiento de las series de inversores PVS500 y PVS600.

El presente manual está dirigido al personal cualificado de los siguientes grupos objetivo:

- Planificadores
- Montadores
- Técnicos de puesta en marcha
- Personal de mantenimiento y servicio técnico
- Operadores

Ámbito de validez de la documentación

Estas instrucciones de servicio son válidas para los inversores

- SINVERT PVS500, SINVERT PVS1000, SINVERT PVS1500 y SINVERT PVS2000 con una frecuencia de 50 Hz y 60 Hz.
- SINVERT PVS600, SINVERT PVS1200, SINVERT PVS1800 y SINVERT PVS2400 con una frecuencia de 50 Hz y 60 Hz.

Convenciones

En el presente manual, además de los nombres de producto completos de los inversores, se utiliza también el nombre abreviado SINVERT PVS.

Para la planta fotovoltaica se utiliza la abreviatura "planta FV".

Marcas

SINVERT® es una marca registrada de Siemens AG.

1.2 Reciclaje y gestión de residuos

Los aparatos descritos en las presentes instrucciones se pueden reciclar gracias a que están fabricados con materiales poco nocivos. Para un reciclaje y una eliminación poco contaminantes de los aparatos antiguos, dirijase a una empresa certificada de eliminación de residuos.

Consignas de seguridad

2.1 Consignas generales de seguridad

| |
|---|
| ATENCIÓN |
| Preste atención a las indicaciones de carácter jurídico y las consignas de seguridad que figuran al dorso de la portada de la presente documentación. |

Personal cualificado

La instalación, puesta en marcha, manejo y mantenimiento de este equipo deben estar a cargo exclusivamente de personal cualificado.

- El instalador debe estar autorizado conforme a los reglamentos nacionales.
- Podría ser necesaria una autorización concedida por la empresa de suministro eléctrico competente.

Utilización conforme a los fines especificados

Para garantizar el máximo grado posible de seguridad, es imprescindible utilizar el producto conforme a los fines previstos.

El inversor SINVERT y sus variantes están concebidos exclusivamente para convertir a corriente AC la energía transformada por módulos FV en forma de corriente DC, e inyectar dicha corriente AC en una red de media tensión. Deben respetarse todas las normas referentes a las condiciones de aplicación admisibles que se describen en las presentes instrucciones. Para garantizar dicho cumplimiento, el personal cualificado responsable debe leer por completo estas instrucciones de servicio y seguir todas las indicaciones contenidas en ellas.

Además deben cumplirse las condiciones especificadas por el fabricante del módulo FV y la compañía eléctrica. Toda modificación de los productos debe realizarse con la autorización del fabricante.

En caso de no cumplirse todas las exigencias, no se autoriza la puesta en marcha. Cualquier uso distinto al descrito en este capítulo se considerará no conforme a los fines previstos. Siemens no asumirá ninguna responsabilidad por daños atribuibles a un uso no conforme a los fines previstos.

Equipamientos y componentes que deben emplearse

Utilice para cada finalidad concreta únicamente los equipamientos y componentes descritos y autorizados por el fabricante, y hágalo de modo conforme a los fines especificados. En caso de usarse equipamientos o componentes no autorizados, el fabricante no asumirá ninguna responsabilidad por los daños causados.

Modificaciones del producto

Sólo se permitirán modificaciones del inversor SINVERT si el fabricante del sistema las autoriza explícitamente. El fabricante no asumirá ninguna responsabilidad por los daños atribuibles a modificaciones no autorizadas del inversor SINVERT.

Reparaciones

Toda reparación del equipo deberá estar a cargo del personal técnico autorizado.

Tensiones eléctricas

Sólo el personal técnico cualificado podrá abrir los armarios del PVS y trabajar en ellos.

| |
|--|
|  ADVERTENCIA |
| Tensiones eléctricas peligrosas en el armario abierto |
| En el interior de los armarios puede existir tensión que entraña peligro de muerte, incluso estando desconectado el equipo. |
| Por ello, todo trabajo en el armario abierto debe ser efectuado exclusivamente por personal técnico cualificado que respete las reglas de seguridad. |

2.2 Seguridad en el trabajo

Respete estrictamente las normas vigentes en el lugar de instalación en lo referente a las medidas de seguridad en el trabajo que deben adoptarse, p. ej. VDE 105-1/EN 50110-1 (Explotación de instalaciones eléctricas).

Equipamiento de seguridad en el trabajo

El personal cualificado debe llevar siempre consigo y utilizar adecuadamente el siguiente equipamiento de seguridad en el trabajo, herramientas y medios auxiliares:

- Calzado, guantes y cubrecalzado aislantes
- Protección ocular o facial
- Casco
- Ropa de protección adecuada
- Protección auditiva
- Material de cobertura aislante, flexible o rígido
- Herramientas aisladas y herramientas de materiales aislantes
- Candados, etiquetas, rótulos para colgar y placas
- Comprobadores/sistemas comprobadores de tensión

- Equipos y dispositivos de puesta a tierra y cortocircuito
- Materiales para delimitación de zonas, banderines y otros medios de señalización.

En aplicación de la norma EN 50110-1, todas las herramientas, objetos de equipamiento, elementos de seguridad y medios auxiliares deben ser apropiados para la finalidad concreta, encontrarse en perfecto estado, utilizarse conforme a los fines previstos y almacenarse de manera adecuada.

Medidas para la mejora de la seguridad en el trabajo

Siga todas las instrucciones y consignas de seguridad. Nunca trabaje en solitario con el equipo. Debe estar presente siempre una segunda persona que pueda prestar primeros auxilios en caso de accidente.

| |
|---|
|  ADVERTENCIA |
| ¡Peligro de muerte, lesiones graves y daños materiales de consideración! ¡Tensiones e intensidades peligrosas! |
| Todos los trabajos deben ser ejecutados exclusivamente por personal cualificado. Siga todas las indicaciones referentes a medidas de seguridad en el trabajo. De lo contrario, existe peligro de muerte, lesiones graves y daños materiales de consideración. |

2.3 Peligros durante el manejo y el montaje

El manejo y el montaje de determinadas piezas y componentes de forma inadecuada en condiciones desfavorables pueden provocar lesiones.

| |
|--|
|  PRECAUCIÓN |
| ¡Peligro de lesiones por manejo inadecuado! ¡Lesiones por aplastamiento, aprisionamiento, cortes, golpes y elevación! |
| <ul style="list-style-type: none"> • Deben respetarse las normas generales de instalación y de seguridad para el manejo y el montaje. • Cada uno de los subarmarios pesa más de 1000 kg. • Utilizar dispositivos de montaje y de transporte apropiados. Tenga en cuenta las indicaciones y las consignas de seguridad del capítulo Planificación de la aplicación (Página 31) • Utilizar únicamente herramientas apropiadas. • Usar correctamente los dispositivos de elevación y las herramientas. • Utilizar equipos de protección adecuados (por ejemplo, gafas de protección, calzado de seguridad y guantes protectores). • No detenerse debajo de cargas en suspensión. |

2.4 Peligros en plantas fotovoltaicas

A continuación se describen algunas peculiaridades típicas y fuentes de peligro de las plantas fotovoltaicas:

- Dado que la intensidad de cortocircuito apenas supera la intensidad de servicio, en caso de cortocircuito no siempre existe la seguridad de que se dispare el fusible instalado.
- Incluso encontrándose desconectada, en algunos estados operativos la planta puede estar bajo tensión procedente del generador FV a través del inversor SINVERT PVS. Téngalo en cuenta a la hora de desconectar y aislar de alimentación la planta o partes de ésta.
- La estructura de red del generador FV es por lo general una red IT sin transformador puesto a tierra. En caso de defecto a tierra se emite un aviso de fallo. En las redes IT, en principio, si no se producen más fallos, no existe peligro inmediato de electrocución. Pese a ello, el defecto a tierra debe ser subsanado lo antes posible por personal técnico cualificado.

2.5 Parámetros de vigilancia de la red incorrectos

PRECAUCIÓN

Retirada del permiso de operación

Si utiliza el inversor SINVERT PVS con parámetros de vigilancia de la red incorrectos, la empresa de suministro eléctrico puede retirarle el permiso de operación.

Por ello, el equipo sólo debe ser puesto en marcha por personal de mantenimiento autorizado. Los ajustes del sistema deben adaptarse a la normativa local en cuanto a parámetros de vigilancia de la red.

No asumimos ninguna responsabilidad en caso de configuración incorrecta de los parámetros de vigilancia de la red.

2.6 Posibles lagunas de seguridad en interfaces IT estándar

Los inversores SINVERT ofrecen numerosas funciones de parametrización y diagnóstico (p. ej. servidor web, gestión de redes) a través de protocolos e interfaces abiertos. No se puede excluir la posibilidad de que estos interfaces y protocolos abiertos sean manipulados por terceros no autorizados.

Por tanto, si las funciones mencionadas se utilizan a través de estas interfaces y protocolos abiertos (p. ej. SNMP, OPC, HTTP), se recomienda tomar las medidas de seguridad adecuadas para impedir el acceso no autorizado a los componentes y la red, especialmente desde WAN/Internet.

PRECAUCIÓN

Hay que hacer especial hincapié en la necesidad de aislar las redes de los inversores del resto de la red corporativa mediante pasarelas adecuadas (p. ej. firewalls de eficacia comprobada). No nos responsabilizamos de daños y perjuicios que puedan producirse por haber ignorado esta advertencia, sea cual fuere la base jurídica.

Si tiene preguntas sobre la utilización de sistemas de firewall y seguridad informática, diríjase a la sucursal o al representante más próximo de Siemens.

Descripción

Los inversores de la línea SINVERT PVS se emplean en plantas FV de tamaño mediano y grande con el fin de convertir la corriente continua de los generadores FV en corriente trifásica. Tras ello, la corriente trifásica se inyecta a la red de suministro conectada. El inversor SINVERT PVS está optimizado para minimizar las pérdidas y obtener así un alto rendimiento. Su diseño concebido para una buena CEM permite utilizarlo incluso en áreas sensibles a las perturbaciones.



Figura 3-1 Vista general de la planta

La distribución de corriente continua y trifásica incorporada hace posible una integración compacta y económica en el sistema. Sus interfaces normalizadas facilitan la integración en sistemas de control de procesos o instalaciones del cliente ya existentes.

3.1 Características

SINVERT PVS es un inversor trifásico provisto de las siguientes características:

- Producto de serie normalizado con marcado CE
- Cumplimiento de estándares internacionales: DIN VDE, IEC, EN
- El sistema QS está certificado según DIN EN ISO 9001
- Optimizado para un alto rendimiento
- Inversor IGBT autoconmutado con modulación de ancho de impulsos (PWM)
- Diseño compacto y gran facilidad de instalación
- Conexión DC integrada que incluye controlador de aislamiento, contactores y fusibles semiconductores
- Conexión AC integrada con vigilancia de red, contactor de red e interruptor automático
- Cámara de conexión con paneles de conexión independientes para conexión a corriente continua y trifásica
- Protección contra sobretensión en los lados de corriente continua y trifásica
- Funcionamiento con redes AC de 50 ó 60 Hz
- Placa base cerrada con pasatapas para cables de conexión
- Comunicación de bus a través de Industrial Ethernet, para la integración en sistemas de control de funcionamiento
- Elementos de manejo y visualización integrados en la puerta del armario eléctrico
- Entrega en palets especiales
- Entrada de aire a través de orificios de ventilación delanteros, salida de aire por la parte superior
- Ventilador con bajo nivel de ruido para disipación de calor
- Todos los componentes del armario son reciclables

Variantes de PVS: PVS500 y PVS600

Las siguientes especificaciones técnicas describen las principales diferencias entre las variantes de PVS: PVS500 y PVS600:

| | PVS500 | PVS600 |
|---------------------------|---------------|---------------|
| Salida de tensión AC | 288 V | 370 V |
| Potencia activa entregada | 500 kW | 600 kW |
| Ventana MPP | 450 ... 750 V | 570 ... 750 V |

3.2 Diseño

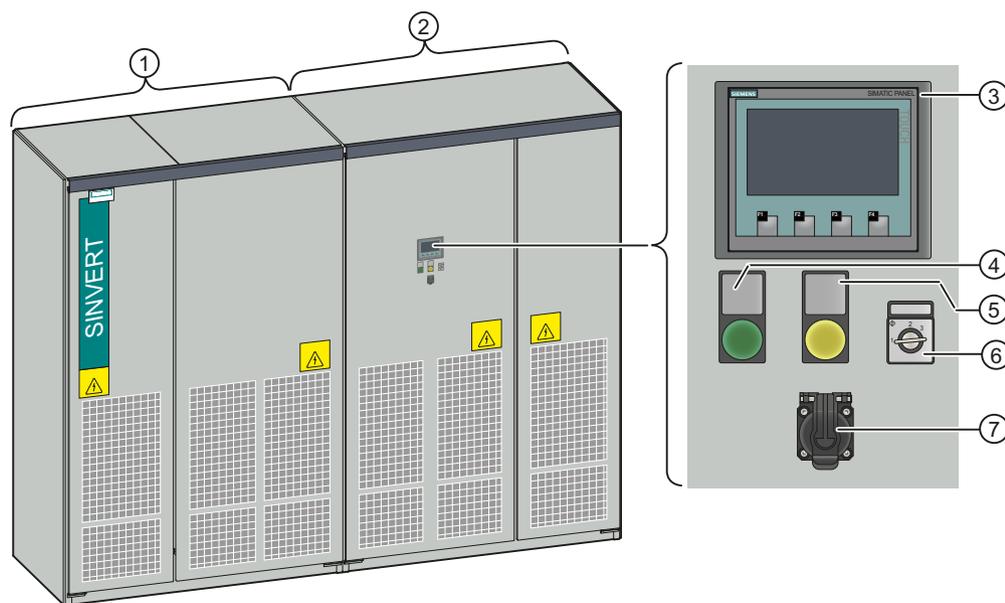
Unidad inversora e inversor

Una unidad inversora consta siempre de un armario DC y un armario AC.

Un inversor completo puede estar compuesta por hasta 4 unidades inversoras (armarios DC/AC), también denominadas combinaciones maestro/esclavo (ver capítulo Combinaciones maestro/esclavo (Página 22)).

Estructura de una unidad inversora

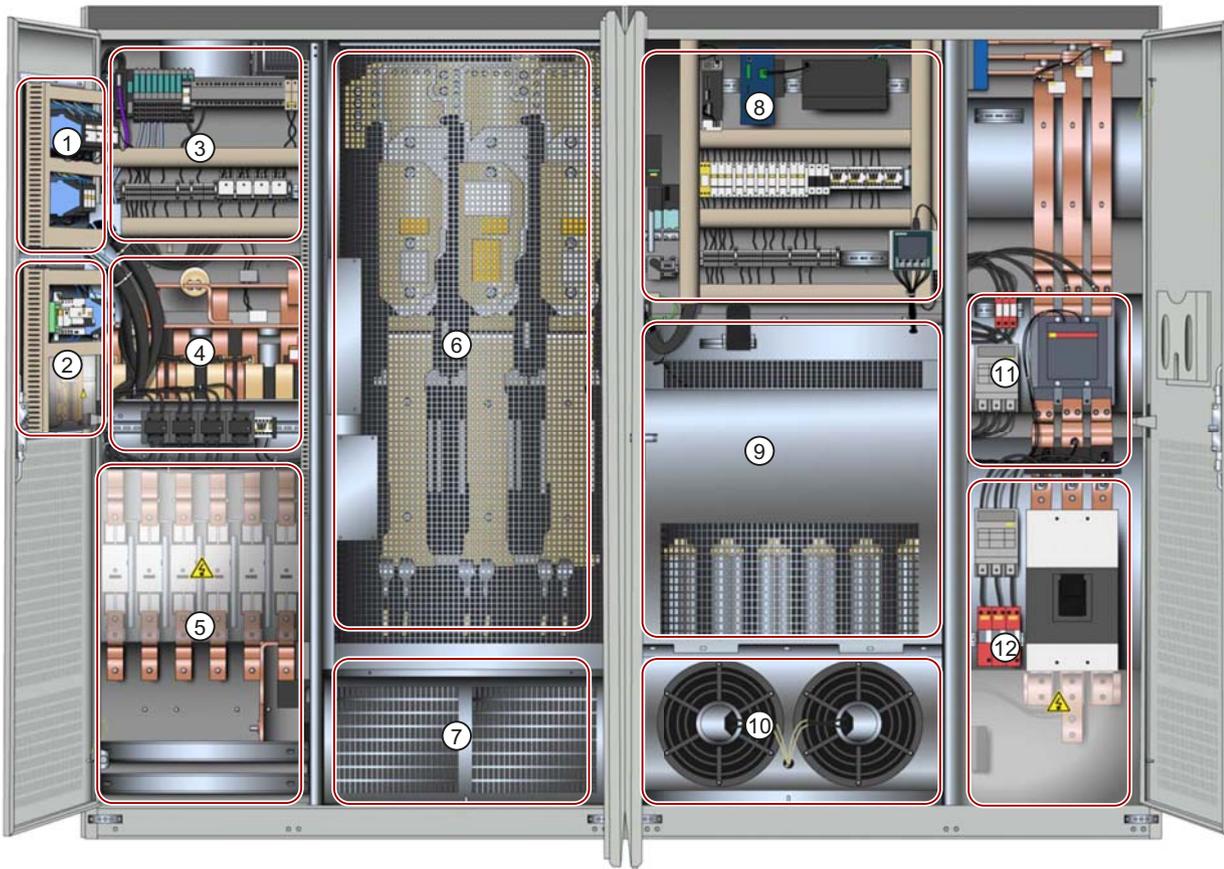
La siguiente imagen muestra la estructura básica de la unidad inversora con las puertas cerradas:



- ① Armario DC
- ② Armario AC
- ③ Touch Panel (sólo en la unidad maestra)
- ④ Señalizador luminoso verde de "Servicio"
- ⑤ Señalizador luminoso amarillo de "Fallo"
- ⑥ Interruptor de llave
- ⑦ Interfaz de servicio: Industrial Ethernet (sólo en la unidad maestra)

Figura 3-2 Estructura de la unidad inversora (unidad maestra)

La siguiente imagen muestra las unidades funcionales superiores de la unidad inversora con las puertas abiertas.



- ① Módulos para la opción de 1000 V
- ② Módulos para puesta a tierra del campo FV
- ③ Módulos para opciones
- ④ Contactores DC
- ⑤ Zona de conexión DC del campo FV y fusibles NH
- ⑥ Módulo de inversor (etapa de potencia)
- ⑦ Conexión al armario AC
- ⑧ Zona de comunicación
- ⑨ Filtro AC
- ⑩ Ventiladores de refrigeración, bobinas, conexión al armario DC
- ⑪ Contactor AC
- ⑫ Zona de conexión AC, interruptor automático para seccionamiento de la red AC y protección contra sobretensión

Figura 3-3 Unidades funcionales de la unidad inversora

3.3 Principio de funcionamiento

El inversor SINVERT PVS trabaja de acuerdo con los siguientes principios funcionales:

- Las series de inversores PVS500 y PVS600 tienen como fundamento los sistemas SINAMICS (etapa de potencia con puente trifásico IGBT) y SIMOTION (controlador).
- En el lado FV existen 3 entradas con fusibles NH y contactores DC. Esta combinación permite aislar el inversor desde el lado FV.
- Para filtrar la tensión de salida AC se emplean filtros AC.
- Para realizar el aislamiento galvánico, la salida AC debe estar conectada directamente al transformador de media tensión. Esto debe hacerse en las salidas AC de todas las unidades inversoras.
- Para aislar el aparato de la red AC se utilizan un contactor y un interruptor automático.
- La protección contra sobretensión se efectúa en los lados AC y DC por medio de dispositivos de protección.
- Para aumentar el rendimiento y reducir las pérdidas en vacío, pueden utilizarse hasta cuatro inversores en modo maestro/esclavo.

Diagrama de bloques de los inversores SINVERT PVS500/PVS600

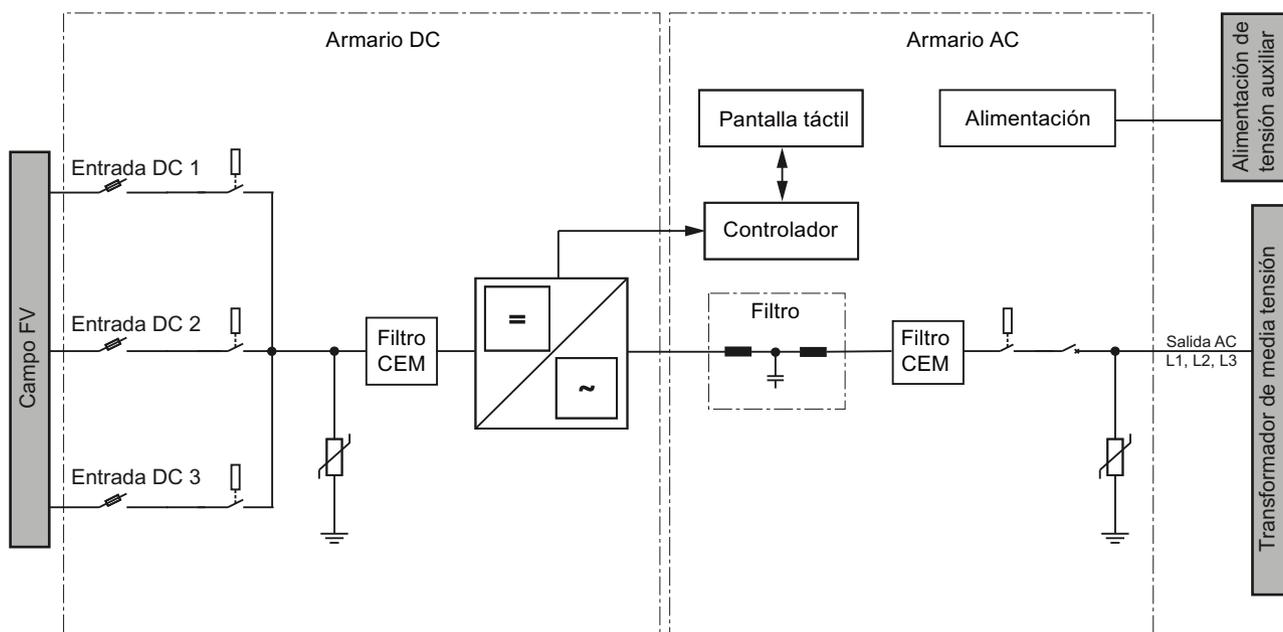


Figura 3-4 Diagrama de bloques del inversor SINVERT PVS500/PVS600 (variante maestra)

3.4 Combinaciones maestro/esclavo

Cada unidad inversora de SINVERT PVS existe en dos variantes:

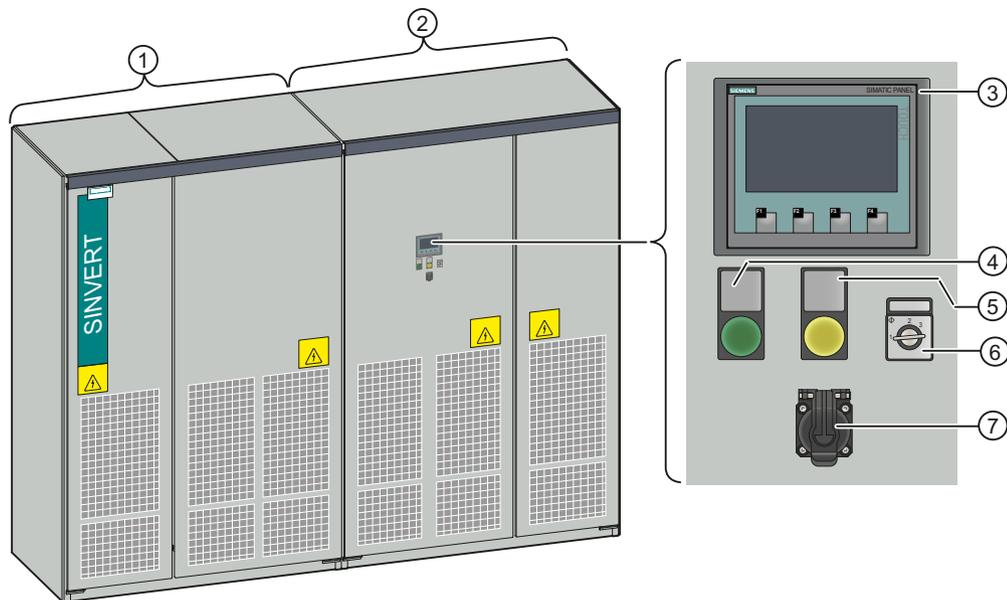
- Maestro
- Esclavo

Emparejando una unidad maestra con una o varias unidades esclavas se obtiene una combinación maestro/esclavo.

Maestro

La unidad maestra está compuesta de un armario DC y un armario AC con Touch Panel. En todas las configuraciones se requiere un maestro con un Touch Panel. El Touch Panel permite manejar y visualizar el maestro o toda la planta.

SINVERT PVS500 y SINVERT PVS600 están compuestos únicamente de un maestro.



- ① Armario DC
- ② Armario AC
- ③ Touch Panel
- ④ Señalizador luminoso verde de "Servicio"
- ⑤ Señalizador luminoso amarillo de "Fallo"
- ⑥ Interruptor de llave
- ⑦ Interfaz de servicio: Industrial Ethernet

Figura 3-5 Unidad maestra

Diagrama de bloques de la unidad maestra

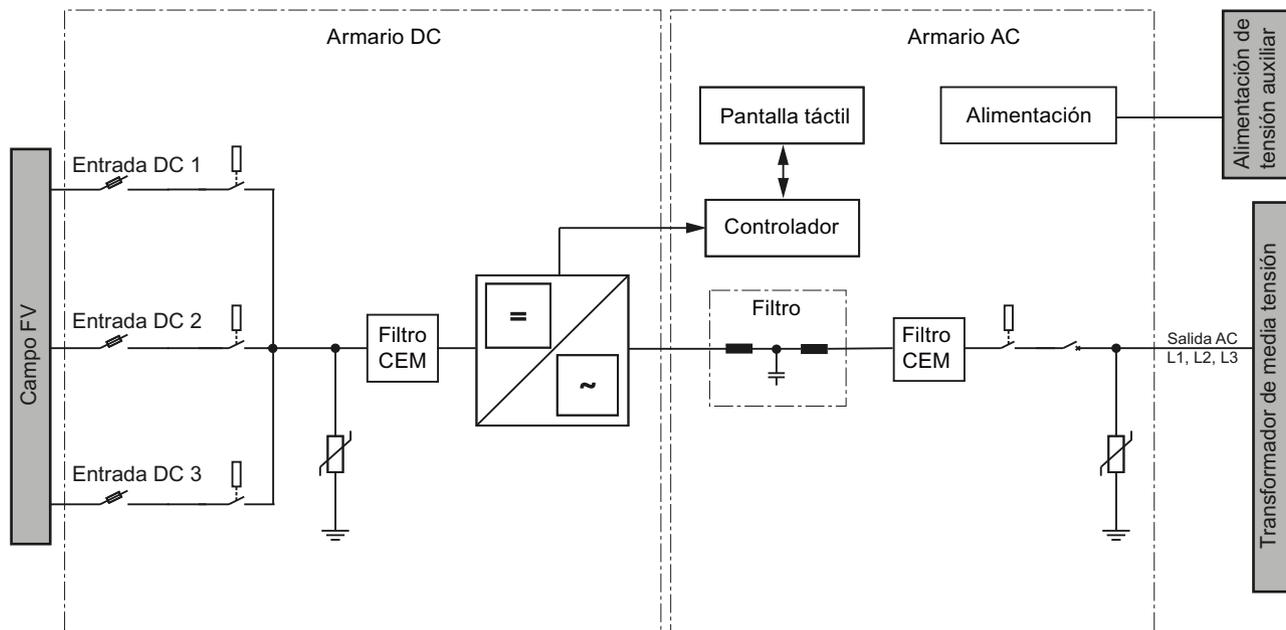
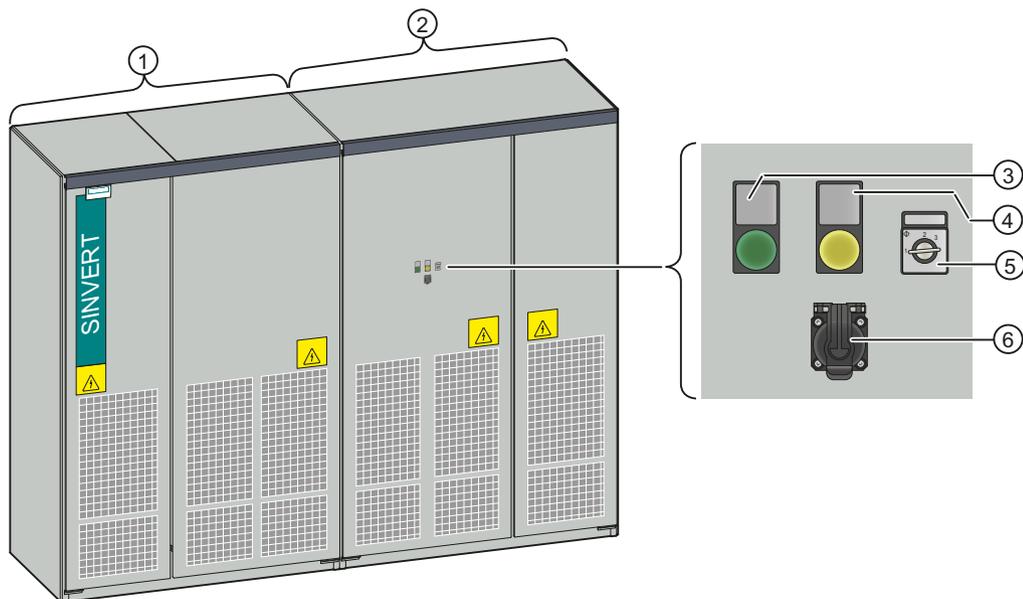


Figura 3-6 Diagrama de bloques maestro

Esclavo

La unidad esclava está compuesta de un armario DC y un armario AC sin Touch Panel. Dado que el esclavo carece de Touch Panel propio, su manejo y visualización sólo son posibles por medio del maestro correspondiente o su Touch Panel.



- ① Armario DC
- ② Armario AC
- ③ Señalizador luminoso verde de "Servicio"
- ④ Señalizador luminoso amarillo de "Fallo"
- ⑤ Interruptor de llave
- ⑥ Interfaz de servicio (no operativa)

Figura 3-7 Unidad esclava

Diagrama de bloques de la unidad esclava

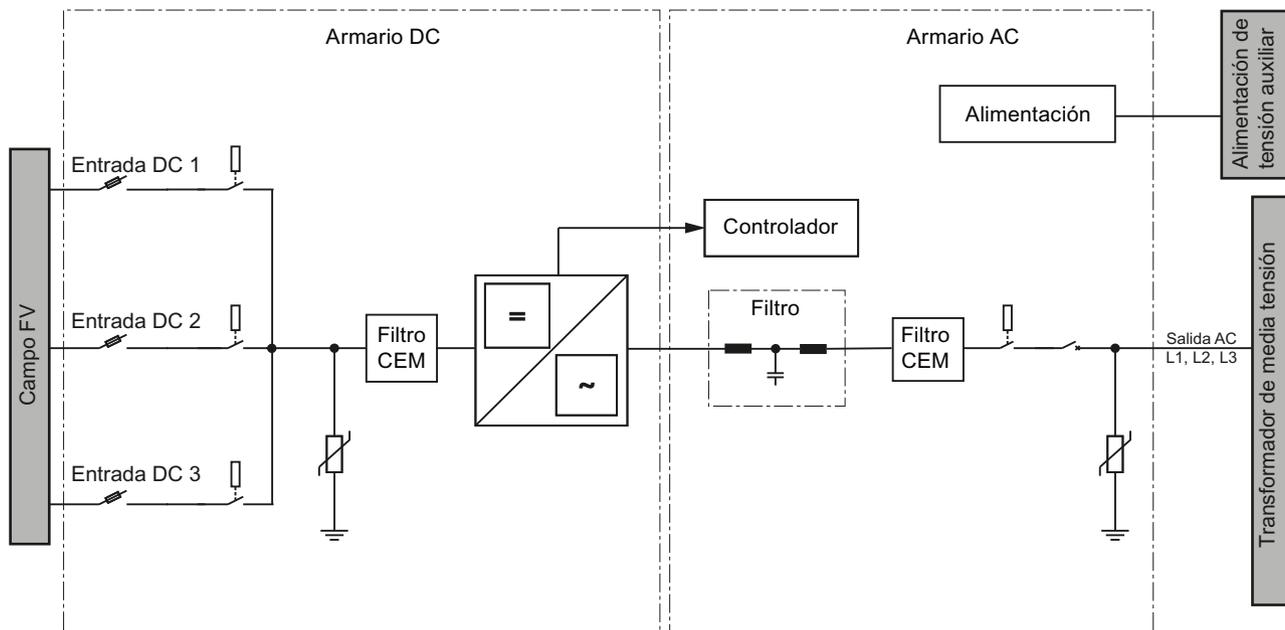


Figura 3-8 Diagrama de bloques del esclavo

Combinaciones maestro/esclavo

Los inversores de la serie SINVERT PVS500 o PVS600 pueden usarse como equipos individuales o en combinación con otras unidades inversoras en combinación maestro/esclavo. Este tipo de combinaciones poseen siempre un maestro y adicionalmente hasta tres esclavos.

Están disponibles las siguientes combinaciones maestro/esclavo:

| Serie SINVERT PVS500 | Serie SINVERT PVS600 | Diseño |
|----------------------|----------------------|---|
| SINVERT PVS500 | SINVERT PVS600 | 1 x maestro (con Touch Panel en el armario AC) |
| SINVERT PVS1000 | SINVERT PVS1200 | 1 x maestro (con Touch Panel en el armario AC) 1 x esclavo |
| SINVERT PVS1500 | SINVERT PVS1800 | 1 x maestro (con Touch Panel en el armario AC) 2 x esclavo |
| SINVERT PVS2000 | SINVERT PVS2400 | 1 x maestro (con Touch Panel en el armario AC) 3 x esclavo |

Diagrama de bloques de la combinación maestro/esclavo SINVERT PVS2000/PVS2400

El diagrama de bloques de la configuración máxima muestra a modo de ejemplo la interconexión adicional de las unidades inversoras por medio del circuito intermedio DC.

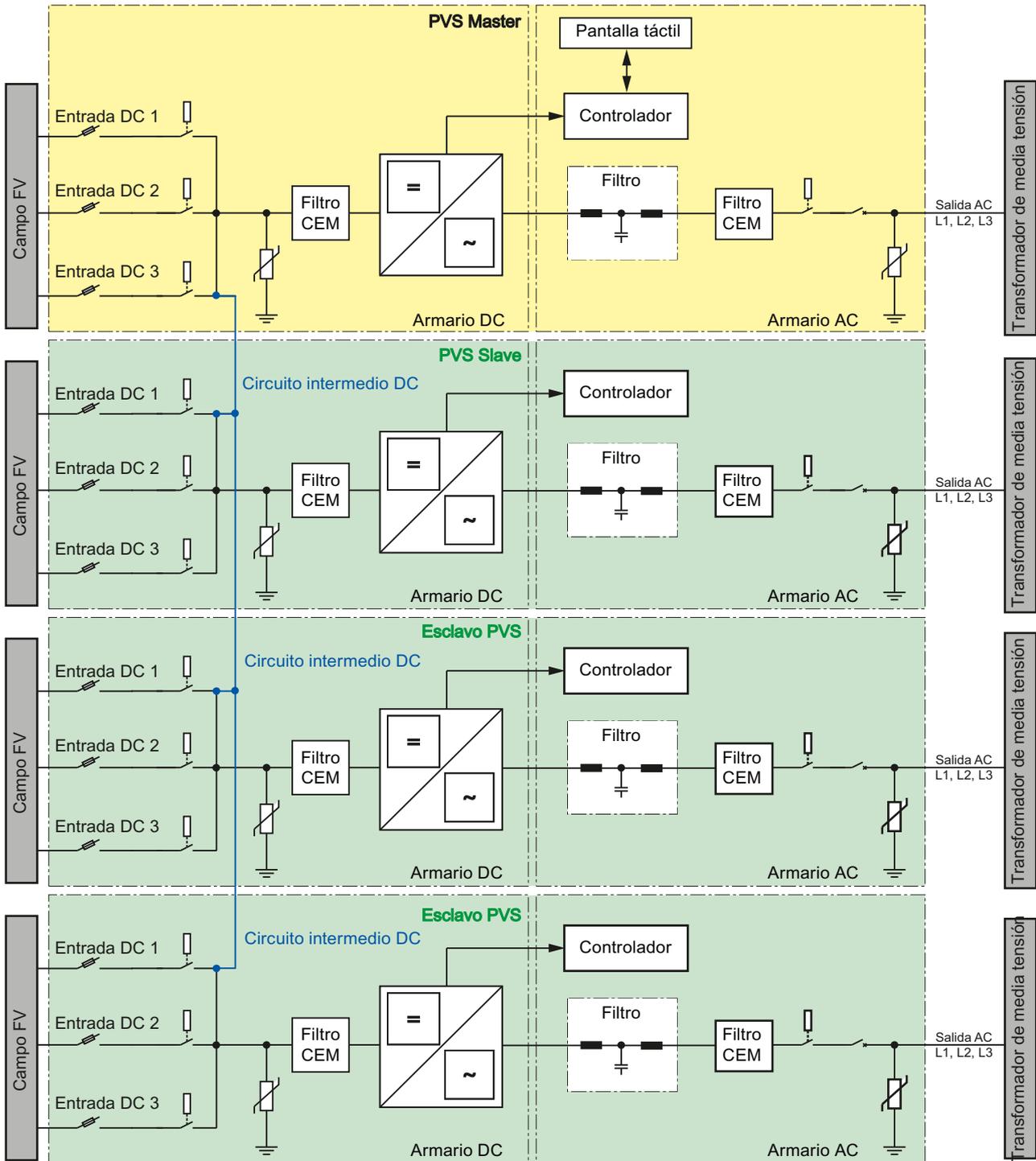


Figura 3-9 Diagrama de bloques de la combinación maestro/esclavo SINVERT PVS2000/PVS2400

3.5 Opciones de inversor

En las líneas de productos PVS500/PVS600 están disponibles las siguientes ampliaciones de funciones u opciones:

| Opción | Identificación de las opciones en la referencia |
|---|---|
| Puesta a tierra del campo FV: puesta a tierra del polo positivo | D30 |
| Puesta a tierra del campo FV: puesta a tierra del polo negativo | D40 |
| Aumento máx. tensión DC a 1000 V | D61 |
| Calefacción del armario | S10 |
| Vigilancia de equilibrio | M10 |

Identificación de las opciones en la referencia (MLFB)

En la referencia o MLFB se indica cuáles son las opciones incluidas en el equipo. El número MLFB se encuentra en el albarán de entrega y en la placa de características de los armarios AC y DC.

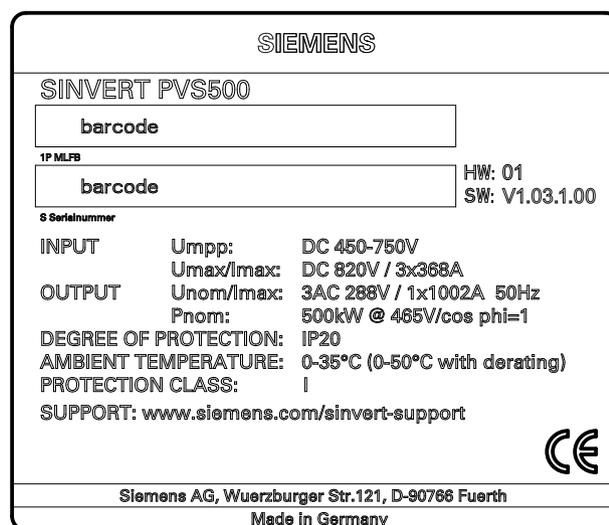


Figura 3-10 Ejemplo de una placa de características

Para más información acerca de las referencias, consulte el capítulo: Datos de pedido/Inversor SINVERT PVS (Página 133)

3.5.1 Puesta a tierra campo FV

Con la opción "Puesta a tierra positiva/negativa del campo FV" los inversores SINVERT resultan óptimos incluso si el fabricante del módulo exige que se realice la puesta a tierra de éste.

Recuerde: solicite al fabricante del módulo la información actualizada acerca de la necesidad de la puesta a tierra y el modo en que debe realizarse.

Algunos fabricantes de módulos recomiendan la puesta a tierra positiva o negativa del generador FV en caso de utilizar determinados tipos de módulo.

En las plantas FV con puesta a tierra del módulo, la red ya no es del tipo DC-IT. Por motivos de seguridad, la planta FV debe aislarse mediante una valla y señalizarse como zona de riesgo eléctrico.

Sólo se autorizará el acceso a personal técnico electricista.

Puesta a tierra de polo positivo

La puesta a tierra de un conductor activo (polo positivo) tiene como consecuencia que la medición de aislamiento del inversor no se realice de la manera acostumbrada. El más mínimo deterioro del aislamiento puede provocar una descarga de corriente peligrosa para las personas. Por este motivo, se mide la corriente entre el polo positivo y la tierra, a fin de poder vigilar el comportamiento de la planta. Si la intensidad alcanza valores considerables (dichos valores pueden parametrizarse), la conexión se abre automáticamente mediante un seccionador DC accionado por motor. Dicho seccionador DC se activa desde el controlador del inversor. En este contexto hay que tener en cuenta que el campo de módulos necesita una buena puesta a tierra común con los inversores. Si la conexión presenta una alta impedancia debido a la sequedad ambiental o a características desfavorables del terreno, no se produce una intensidad suficientemente alta. También debe tenerse en cuenta que, en caso de defecto con el mismo potencial que está puesto a tierra, no fluye corriente.

El seccionador DC tiene tres posiciones:

- Con disparo remoto
- Accionable localmente
- Posición "Off-Signal", que se puede bloquear

Puesta a tierra del polo negativo

La puesta a tierra de un conductor activo (polo negativo) tiene como consecuencia que la medición de aislamiento del inversor no se realice de la manera acostumbrada. El más mínimo deterioro del aislamiento puede provocar una descarga de corriente peligrosa para las personas. Por este motivo, se mide la corriente entre el polo negativo y la tierra, a fin de poder vigilar el comportamiento de la planta. Si la intensidad alcanza valores considerables (dichos valores pueden parametrizarse), la conexión se abre automáticamente mediante un seccionador DC accionado por motor. Tras ello, dicho seccionador DC se activa desde el controlador del inversor. En este contexto hay que tener en cuenta que el campo de módulos necesita una buena puesta a tierra común con los inversores. Si la conexión presenta una alta impedancia debido a la sequedad ambiental o a características desfavorables del terreno, no se produce una intensidad suficientemente alta. También debe tenerse en cuenta que, en caso de defecto con el mismo potencial que está puesto a tierra, no fluye corriente.

El seccionador DC tiene tres posiciones:

- Con disparo remoto
- Accionable localmente
- Posición "Off-Signal", que se puede bloquear

3.5.2 Aumento máx. tensión DC a 1000 V

Campo de aplicación y uso

La "Opción 1000 V" aumenta la tensión DC máxima en vacío del inversor a 1000 V DC.

Con esto se asegura que la planta fotovoltaica siga funcionando aún en caso de que se produzca una tensión (en vacío) de hasta 1000 V DC, algo que puede suceder por ejemplo en días fríos. Se maximiza la capacidad de producción de la planta, ya que pueden conectarse en serie más módulos sin poner en peligro la capacidad de activación del inversor PVS.

¿Cuándo se produce un funcionamiento en vacío?

El funcionamiento en vacío se produce en los siguientes casos:

- antes de la conexión del inversor FV
- después de la desconexión del inversor FV

Comportamiento estándar del inversor PVS sin la "Opción 1000 V"

Los inversores FV de la serie PVS se suministran de modo predeterminado con una tensión de conexión máx. de 820 V DC. Con tensiones DC por encima de 820 V, el inversor FV SINVERT PVS no puede conectarse.

La opción 1000 V permite conectar y desconectar el inversor FV SINVERT PVS con tensiones de campo FV en vacío de hasta 1000 V DC.

Conexión del inversor PVS con la "Opción 1000 V"

Al conectar el PVS, un divisor de tensión modificable compuesto por resistencias serie y en paralelo permite precargar el circuito intermedio del inversor (sin cerrar los contactores DC de entrada). Gracias a ello, no llega al circuito intermedio toda la tensión de campo FV en vacío, sino sólo la fracción necesaria en cada caso. La medición aguas arriba de la tensión del campo FV (U_{FV}) se realiza en cada una de las unidades inversoras. Los contactores de potencia DC no se cierran sucesivamente hasta que la etapa de potencia SINAMICS del PVS actúa y el contactor principal AC está cerrado.

Desconexión del inversor PVS con la "Opción 1000 V"

Al desconectar la última (de un máximo de cuatro) unidades inversoras FV en funcionamiento normal, los contactores de potencia DC se abren sucesivamente antes de que se desconecte la etapa de potencia SINAMICS de la unidad inversora y se abra el contactor AC.

Con esto se garantiza que, en el funcionamiento normal, la tensión del campo FV en vacío no llega al circuito intermedio.

Desconexión involuntaria del inversor FV con la "Opción 1000 V"

Durante el funcionamiento del inversor FV pueden producirse desconexiones no deseadas del inversor FV y la etapa de potencia por diversos motivos. En estos casos, no siempre es posible desconectar de modo sucesivo o inmediato los contactores de potencia DC antes de desconectar la etapa de potencia, o bien resulta demasiado lento para evitar el incremento de la tensión del circuito intermedio hasta valores inadmisibles. Para proteger de manera segura el circuito intermedio contra altas tensiones en tales casos, se emplean los siguientes componentes:

- Chopper especial para 1000 V
- Resistencia chopper
- Cortocircuitador

3.5.3 Calefacción del armario

Para evitar la condensación y los problemas derivados de una humedad ambiente excesiva, se han incorporado al inversor elementos calefactores. Dichos elementos se activan por medio de un higrostató.

3.5.4 Vigilancia de equilibrio

La opción de vigilancia de equilibrio mide en el inversor las intensidades normalizadas en las entradas DC y compara los valores entre sí.

Si en esta comparación se detectan variaciones en una secuencia temporal, se genera un aviso. Este aviso permite detectar a tiempo posibles fallos de partes del campo fotovoltaico (p. ej. rotura de células).

Planificación de la aplicación

A continuación encontrará detalles acerca del embalaje, el envío, la entrega, el almacenamiento, el transporte y el lugar de instalación. Respete en todos los casos las instrucciones de este documento. Cumpla estrictamente las consignas de seguridad correspondientes. Respete sin excepción todas las condiciones enumeradas en lo referente al almacenamiento, el transporte y el lugar de instalación.

4.1 Embalaje, envío y entrega

En el capítulo siguiente encontrará información detallada acerca del embalaje de transporte utilizado, el envío de los inversores por la empresa Siemens y las actividades que deben realizarse en el momento de la entrega.

4.1.1 Embalaje de transporte

Funda

Los subarmarios de inversor están envueltos en una funda de plástico holgada que no debe sujetarse con adhesivo ni cuerdas por la parte inferior del equipo.

Palet de transporte

Los subarmarios de inversor están unidos mecánicamente con el palet de la siguiente manera:

- Por una parte, hay un bandaje que rodea el palet y el inversor.
- Por la otra, el armario está atornillado al palet por medio de escuadras.

Diseño

La siguiente figura muestra la estructura básica del palet de transporte. Se trata de un palet fabricado especialmente para esta ejecución.

- Por una parte, esto es necesario debido a las dimensiones de los subarmarios,
- Por la otra, el diseño ofrece suficiente estabilidad mecánica para garantizar la elevación segura mediante una grúa.

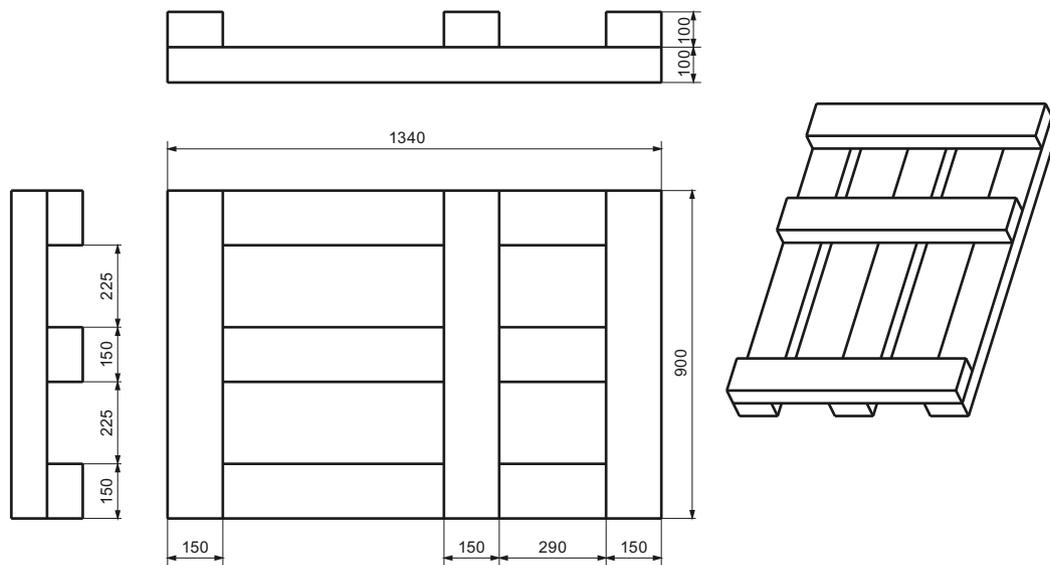


Figura 4-1 Dimensiones del palet de transporte

4.1.2 Identificación del centro de gravedad y posición de transporte

Identificación del centro de gravedad

La masa de los subarmarios está distribuida de modo excéntrico y asimétrico tanto desde la perspectiva frontal como desde la lateral. La distribución de la masa se puede reconocer directamente en cada uno de los subarmarios del inversor mediante la identificación del centro de gravedad conforme a la norma ISO 780/símbolo 7.

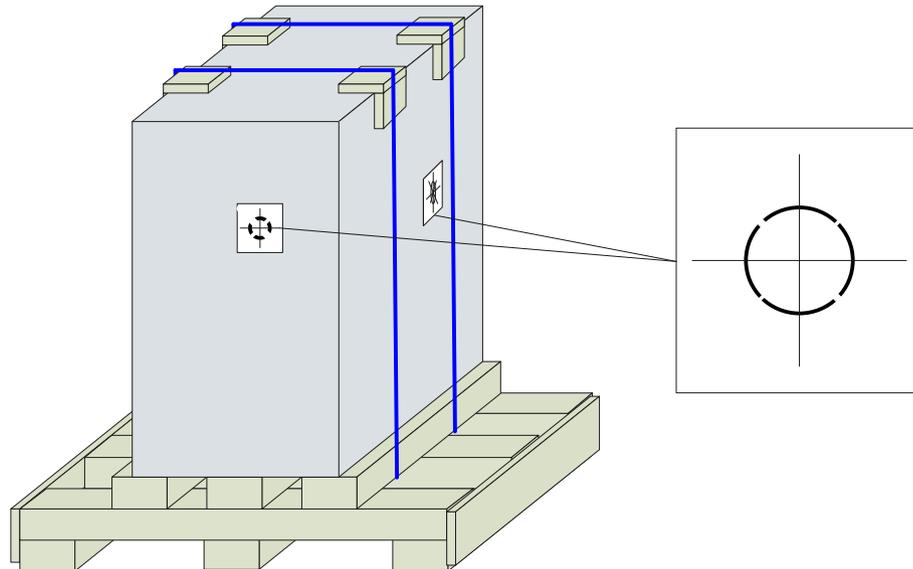


Figura 4-2 Identificación del centro de gravedad del inversor

Posición de transporte

El inversor no debe volcarse en ningún caso.
Manténgalo siempre en la posición de transporte **vertical** prescrita.

4.1.3 Envío y entrega

El inversor se entrega en dos unidades de transporte. Cada uno de los subarmarios se transporta en un palet especial. La empresa Siemens expide las unidades de transporte después de comprobar el embalaje y la ausencia de daños.

4.1.4 Comprobación de la entrega

Compruebe si la entrega está completa comparándola con la documentación adjunta entregada. Si la entrega está incompleta, dirijase inmediatamente a las personas de contacto competentes.

4.1.5 Volumen de suministro

El volumen de suministro del inversor SINVERT PVS incluye:

- Armario de inversor AC montado en palet de transporte
- Armario de inversor DC montado en palet de transporte
- Accesorios (en europalet):
 - 1 x cable de 4 m conectorizado por ambos lados con terminales de cable, en palet
 - 1 x juego de montaje para atornillar los subarmarios, en caja negra
 - Tornillo de cabeza hexagonal M12x50, arandela Belleville, tuerca hexagonal
- Instrucciones de servicio abreviadas en formato de papel

4.2 Transporte

Para SINVERT PVS sólo están permitidas las posibilidades de transporte que se describen a continuación. Se excluyen todas las demás posibilidades de transporte. La empresa Siemens no asumirá ninguna responsabilidad por daños materiales o personales atribuibles al transporte del equipo de forma no autorizada.

Además de las consignas de seguridad específicas para cada una de las posibilidades de transporte, deben tenerse en cuenta y cumplirse las consignas de seguridad de carácter general.

4.2.1 Consignas generales de seguridad para el transporte

Independientemente de la modalidad de transporte, deben respetarse en toda ocasión las consignas generales de seguridad. Éstas hacen referencia básicamente a la unión mecánica del palet y el subarmario de inversor, a la unión mecánica de los inversores entre sí y al peligro de vuelco de la unidad de transporte.

Unión mecánica del palet y el subarmario de inversor

- El palet con el subarmario de inversor nunca debe transportarse sin unión mecánica entre el palet y el inversor. A este respecto, ver la siguiente figura.
- La unión mecánica está compuesta por un bandaje y una unión atornillada entre el suelo del armario y el palet.

- Antes de efectuar el transporte debe comprobarse el asiento firme de la unión atornillada y el bandaje.
- Además, tenga en cuenta la consigna de seguridad referente al peligro de vuelco en caso de ausencia de la unión mecánica.

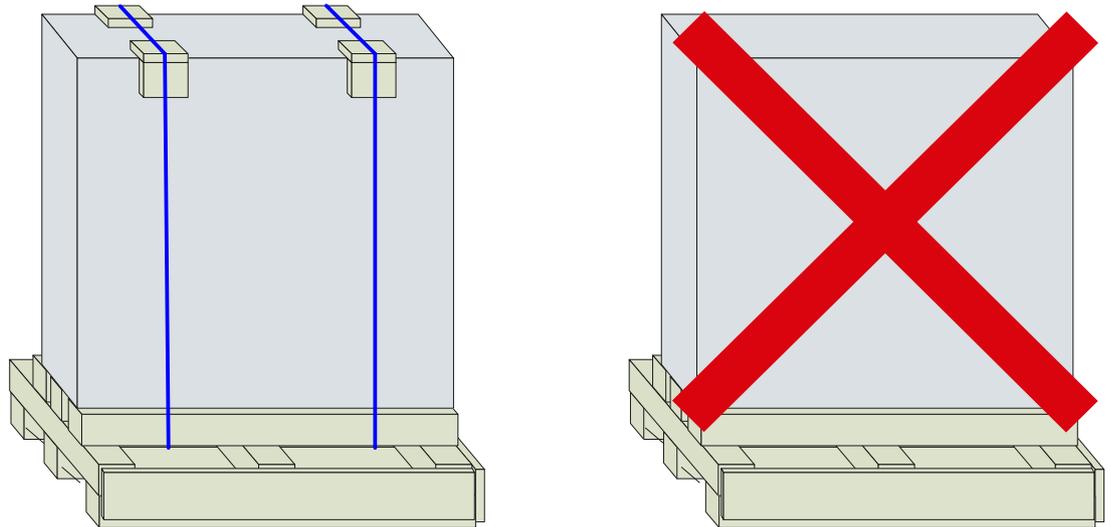


Figura 4-3 Embalaje de transporte: unión mecánica con el palet de transporte

 **ADVERTENCIA**

Peligro de muerte en caso de vuelco debido a la ausencia de unión mecánica con el palet

El armario sólo debe transportarse unido al palet por medio de una unión mecánica suficiente (bandaje y unión atornillada). En caso de ausencia de unión puede producirse el vuelco o la caída de la carga. En tal caso, debido al elevado peso de los armarios, pueden producirse lesiones graves con posible consecuencia de muerte y daños materiales de consideración.

Peligro de vuelco de la unidad de transporte

| |
|--|
|  ADVERTENCIA |
| ¡Peligro de muerte por vuelco! No debe inclinarse el armario en torno a un eje ni con palet ni sin él. En caso de una inclinación excesiva y la consiguiente caída pueden producirse la muerte, lesiones graves y daños materiales considerables debido al elevado peso de los armarios. |

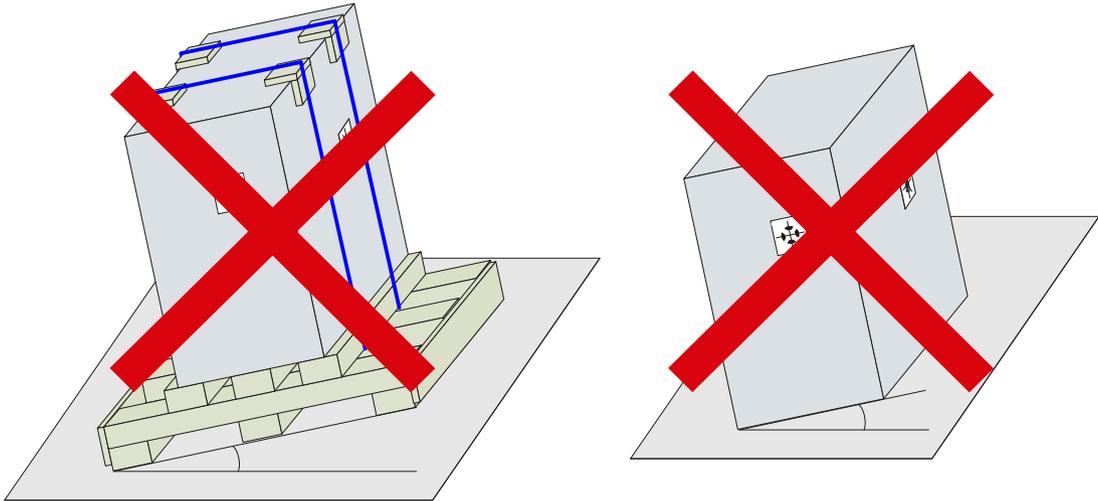


Figura 4-4 Inclinación no admisible de armarios y palets

Unión mecánica de los inversores entre sí

El transporte del inversor SINVERT se realiza en dos unidades de entrega o subarmarios. Por razones de diseño, no está prevista la posibilidad de transportar los subarmarios unidos entre sí.

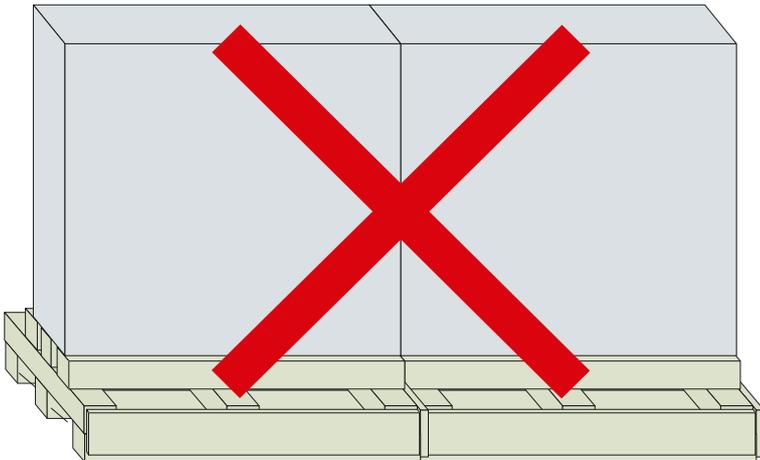


Figura 4-5 Transporte no admisible de dos subarmarios

En el momento en que los subarmarios de inversor se encuentren unidos entre sí, queda prohibido su transporte.

 **ADVERTENCIA**

¡Peligro de muerte en caso de transporte de subarmarios de inversor unidos entre sí!

Debido a su diseño constructivo, los subarmarios no deben transportarse nunca juntos una vez efectuada su unión mecánica. Los subarmarios deben moverse siempre de uno en uno en las modalidades de transporte autorizadas. Debido al elevado peso de los armarios, en caso de manejo inadecuado pueden producirse la muerte, lesiones graves y daños materiales de consideración.

Bloqueo de las puertas

Las puertas de los subarmarios están cerradas en el momento de la expedición por parte de la empresa Siemens. Manténgalas cerradas y bloqueadas durante todo el curso del transporte.

Las cerraduras de las puertas están provistas de pequeñas placas de plástico que evitan su desbloqueo involuntario. Las placas de plástico deben retirarse una vez colocado el equipo en su posición definitiva en el lugar de instalación.

 **PRECAUCIÓN**

¡Lesiones graves en caso de transporte con las puertas abiertas!

Durante el transporte, las puertas abiertas pueden impactar contra personas y objetos. Esto puede provocar lesiones graves y daños materiales. Mantenga las puertas bloqueadas.

4.2.2 Transporte con carro elevador o carretilla elevadora

El conductor del sistema transportador sobre suelo debe asegurarse siempre de que los elementos auxiliares necesarios para el transporte de la carga se encuentren en perfecto estado y se cumplan todos los requisitos de seguridad. Para el transporte de la carga deben cumplirse todas las normas vigentes de seguridad y protección en el trabajo, así como las instrucciones de esta documentación.

Utilice un carro elevador o carretilla elevadora autorizados para el peso de los subarmarios en cuestión.

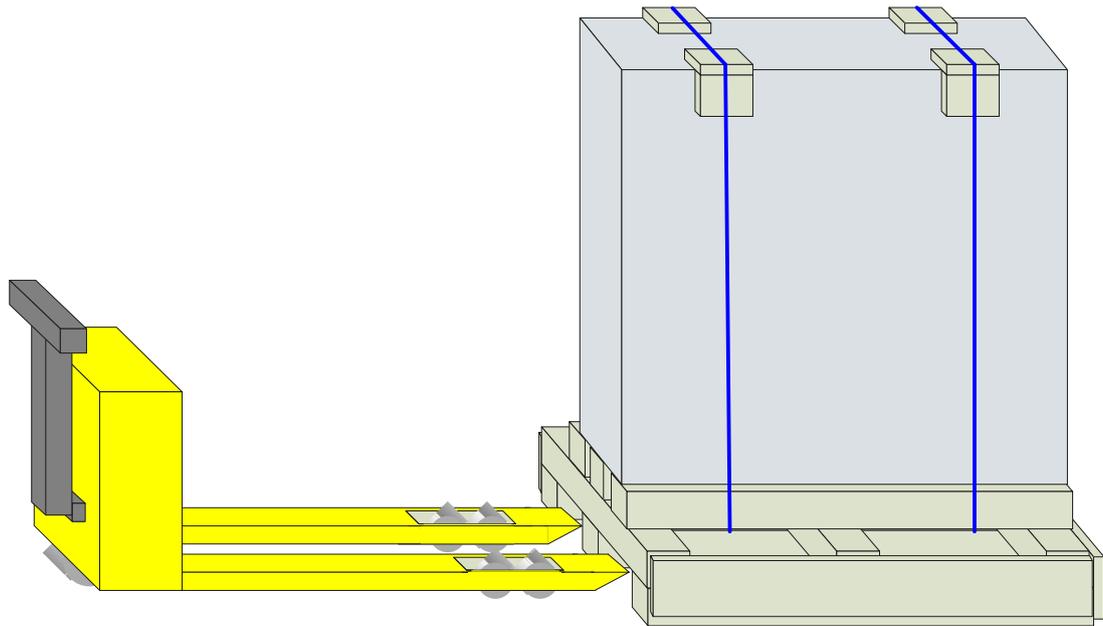


Figura 4-6 Ejemplo de transporte con carro elevador

Debido a la posición excéntrica y relativamente elevada del centro de gravedad de los subarmarios, existe peligro de vuelco en caso de manejo inadecuado.

⚠ ADVERTENCIA

¡Peligro de muerte por vuelco!

Debido al elevado peso de los armarios, en caso de vuelco pueden producirse la muerte, lesiones de muerte y daños materiales de consideración.

No debe inclinarse nunca el armario ni con palet ni sin él.

4.2.3 Transporte con grúa

4.2.3.1 Información general

El conductor de la grúa debe asegurarse siempre de que la grúa y los elementos auxiliares necesarios para el transporte de la carga se encuentren en perfecto estado y se cumplan todos los requisitos de seguridad. Para el transporte de la carga deben cumplirse todas las normas vigentes de seguridad y protección en el trabajo, así como las instrucciones de esta documentación.

 **ADVERTENCIA**

¡Peligro de muerte en caso de equipamiento de transporte no adecuado!

Los medios auxiliares empleados deben ser suficientes para la carga que se debe transportar, hallarse en perfecto estado y ser aptos para el uso descrito en las presentes instrucciones. Si se utilizan medios auxiliares inadecuados, puede producirse la caída de la carga. En tal caso existe la probabilidad de que se produzcan lesiones graves con posible consecuencia de muerte y daños materiales de consideración.

Respete siempre los requisitos de seguridad para el transporte de cargas suspendidas:

 **ADVERTENCIA**

¡Peligro de muerte debido a cargas suspendidas!

Evite siempre situarse debajo de la carga suspendida. En caso de caída de la carga, existe la probabilidad de que se produzcan la muerte, lesiones graves y daños materiales de consideración.

Tenga siempre en cuenta la posición relativamente alta del centro de gravedad y la distribución asimétrica de la carga, así como las correspondientes indicaciones para el eslingado.

 **ADVERTENCIA**

¡Peligro de muerte debido a la distribución asimétrica de la carga!

Al efectuar el eslingado, tenga siempre en cuenta la identificación del centro de gravedad y la distribución asimétrica de la carga. En caso de caída de la carga, existe la probabilidad de que se produzcan la muerte, lesiones graves y daños materiales de consideración.

4.2.3.2 Posibilidades de transporte autorizadas

Para el transporte con grúa existen dos modalidades básicas autorizadas:

- Transporte con travesaño en H
- Transporte con estructura de bastidor

Todas las demás modalidades quedan excluidas por motivos de diseño y no están autorizadas en ningún caso. La empresa Siemens no asumirá ninguna responsabilidad en caso de daños atribuibles a una modalidad de transporte con grúa no autorizada explícitamente.

Transporte con travesaño en H o estructura de bastidor

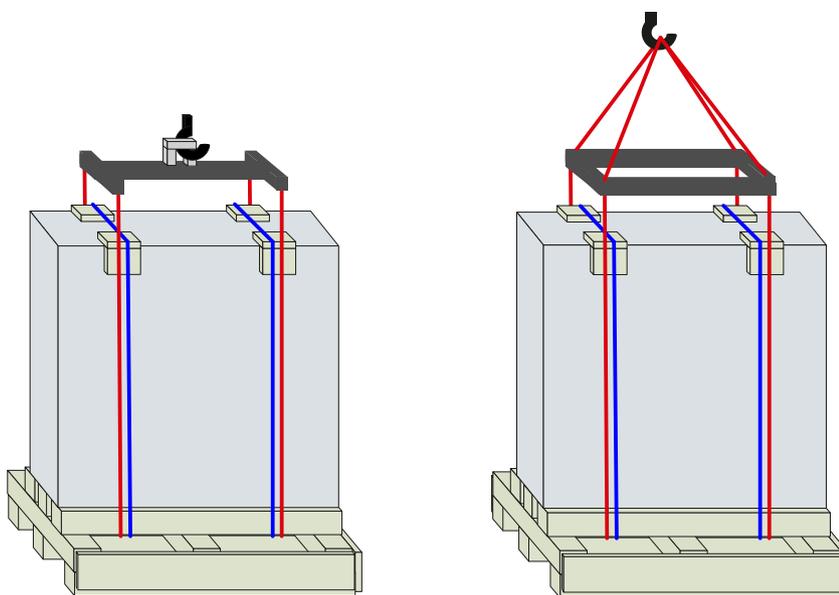


Figura 4-7 Transporte con grúa con travesaño en H y estructura de bastidor

Procedimiento

Tanto en caso de transporte con grúa con travesaño en H como en caso de usarse estructuras de bastidor especiales, debe existir en todos los casos una unión mecánica entre el palet y el inversor.

1. Los cables de la grúa deben tenderse por la posición convenientemente marcada, en paralelo a la pared lateral por la parte inferior.
2. Desde allí se conducirán hacia arriba en paralelo a los bandajes, guardando un margen de distancia suficiente respecto a éstos, y una vez arriba se tenderán por encima de una estructura de bastidor o se fijarán al travesaño en H.

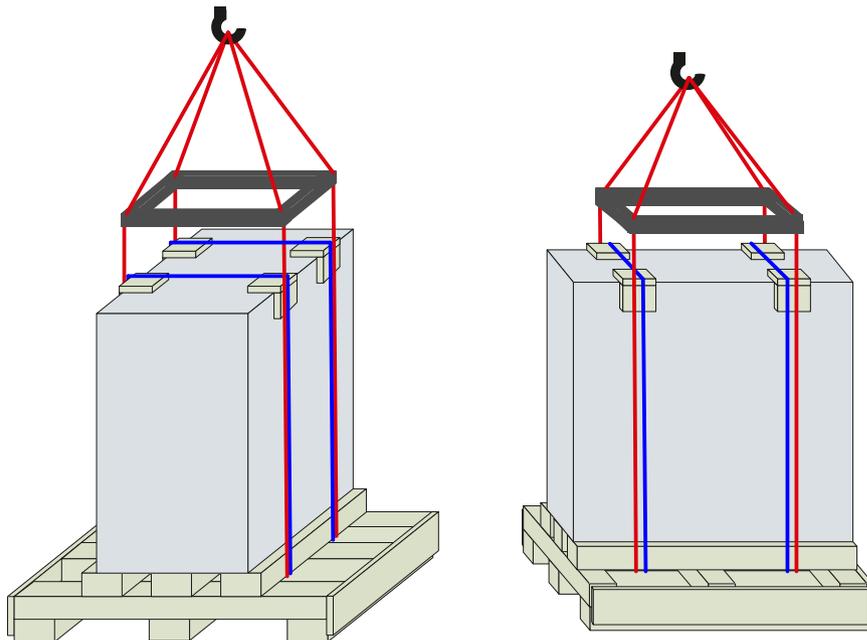


Figura 4-8 Bandajes y tendido de los cables de la grúa para el transporte con estructura de bastidor

ADVERTENCIA

¡Peligro de muerte debido a la distribución asimétrica de la carga!

Al efectuar el eslingado, tenga siempre en cuenta la identificación del centro de gravedad y la distribución asimétrica de la carga. De lo contrario la carga puede volcarse o caer, causando la muerte, lesiones graves y daños materiales de consideración.

4.2.3.3 Modalidades de transporte no autorizadas

Debido al diseño constructivo de los armarios eléctricos, quedan explícitamente desautorizadas las siguientes modalidades de transporte con grúa:

- Uso de orificios de elevación
- Uso de vigas de izaje
- Eslingado longitudinal no autorizado

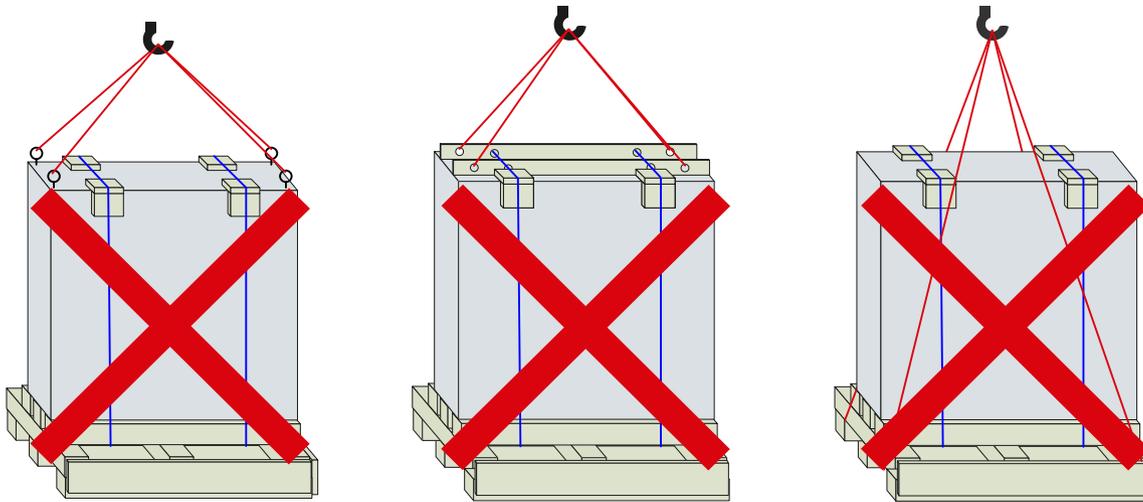


Figura 4-9 Modalidades de transporte no admisibles: Orificios de elevación, vigas de izaje, eslingado longitudinal

Se considerará igualmente no autorizada toda otra modalidad de transporte que no cuente con la autorización explícita de la empresa Siemens.

⚠ ADVERTENCIA

¡Peligro de muerte debido al uso no autorizado de orificios de elevación o vigas de izaje!

Por razones de diseño, los armarios eléctricos no son aptos para el transporte con grúa con ayuda de orificios de elevación o vigas de izaje. Se prohíbe expresamente el transporte con ayuda de orificios de elevación y vigas de izaje. En caso de caída debido a una carga excesiva, existe la probabilidad de que se produzcan la muerte, lesiones graves y daños materiales de consideración.

⚠ ADVERTENCIA

¡Peligro de muerte debido a eslingado longitudinal no autorizado!

Por razones de diseño, los armarios eléctricos no están preparados para ser transportados con grúa con los cables tendidos longitudinalmente. Se prohíbe expresamente dicha modalidad de transporte. En caso de caída o vuelco debido a una carga excesiva, existe la probabilidad de que se produzcan la muerte, lesiones graves y daños materiales de consideración.

4.2.4 Transporte y alineación de los armarios en talleres eléctricos

Retirada de los seguros de transporte

Los armarios están sujetos al palet con seguros de transporte (tornillos que señalan hacia arriba).

1. Para levantar los armarios del palet, primero deben aflojarse las tuercas de los pernos.
2. Para poder empujar los armarios para sacarlos de los palets, debe presionar hacia abajo (p. ej. con un martillo y un botador) los tornillos lo suficiente para conseguir una superficie lisa en el palet.

Desplazamiento del armario para sacarlo del palet estándar

Todos los armarios pueden desplazarse con ayuda de unos rodillos que se colocan debajo del bastidor del armario. Los rodillos deben ser barras macizas de metal que tengan una longitud de 20 cm y un diámetro de 2 cm.

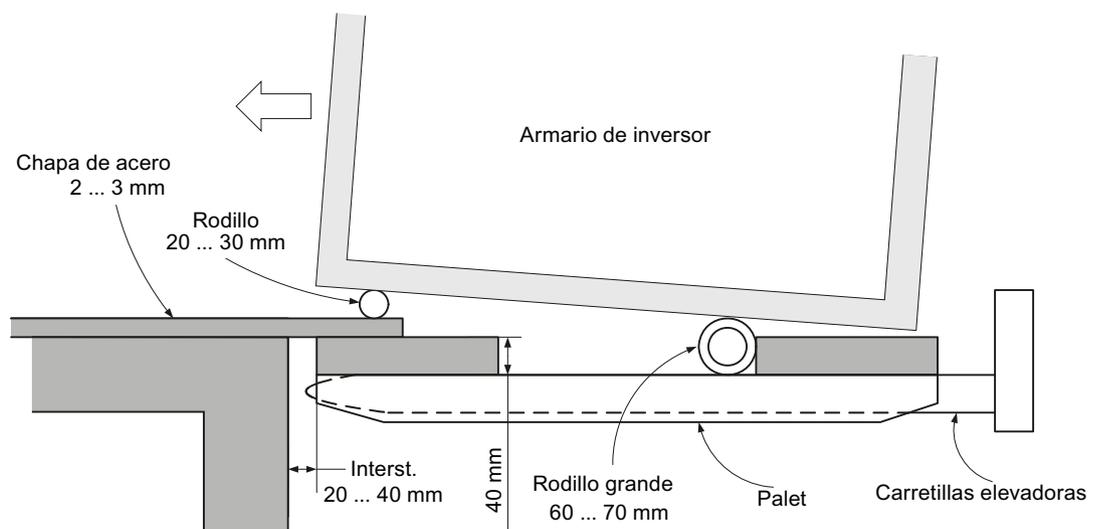


Figura 4-10 Desplazamiento del armario para sacarlo del palet estándar

- Para levantar el armario, utilice un cincel para que los rodillos puedan colocarse debajo del bastidor del armario. Si desea cambiar la dirección, deberá volver a levantar el armario, girar los rodillos 90° y colocarlos otra vez debajo del bastidor.
- Es posible que deba reforzar el suelo con chapas de metal para desplazar los armarios por encima. Preste atención a que las chapas de metal puedan volverse a retirar tan pronto como los inversores estén instalados.
- Para desplazar o mover el armario para sacarlo del palet, necesita una barra maciza de metal o un tubo estable de una longitud de 100 cm y un diámetro de 6 cm.

Procedimiento

1. Coloque el palet a la misma altura que la superficie colindante, p. ej. el suelo de la sala de equipos.
2. Cubra el intersticio entre el palet y el suelo con una chapa de metal (entre 5 y 10 cm) para que los rodillos no se atasquen en el espacio intermedio.
3. Coloque un rodillo sobre la chapa de metal y debajo del bastidor del armario.
4. Coloque un rodillo grueso debajo del armario en el lugar donde el palet no tiene travesaños.
5. Con ayuda del personal de montaje, empuje el armario para sacarlo del palet.
6. Al realizar el movimiento hacia delante, coloque otros rodillos debajo del armario.

ATENCIÓN

Utilice barras de acero de paredes gruesas. El redondo de acero, los rodillos de madera o los rodillos de metal con revestimiento de hormigón también son adecuados.

Las barras deben tener un diámetro mínimo de 6 cm.

Las barras deben ser al menos un 20% más largas que el armario.

4.3 Almacenamiento

Para el almacenamiento de los inversores deben respetarse estrictamente las condiciones de almacenamiento descritas en el capítulo Condiciones ambientales (Página 121). En caso de suciedad, penetración de líquido, aparición de condensación, daños u otras infracciones de las condiciones de almacenamiento, no está permitida la puesta en marcha hasta que la empresa Siemens comunique la forma de proceder posterior y dé su autorización.

Los equipos deben almacenarse de modo que no pueda penetrar en ellos arena o polvo.

En caso de incumplimiento de estas normas, la empresa Siemens declina cualquier responsabilidad sobre los daños derivados de una puesta en marcha no permitida.

 **ADVERTENCIA**

¡Peligro de muerte en caso de puesta en marcha después de un almacenamiento incorrecto!

Los armarios eléctricos no deben ponerse en marcha si no se han cumplido las condiciones de almacenamiento. En caso de incumplimiento de dichas normas, existe el peligro de sufrir una descarga eléctrica, otras lesiones graves y considerables daños materiales.

4.4 Emplazamiento

En el lugar de emplazamiento deben cumplirse una serie de requisitos en cuanto a condiciones ambientales, estructura y diseño del local, conexiones que deben prepararse, protección acústica, protección contra incendios, CEM y ventilación. A continuación encontrará información detallada sobre estos aspectos.

4.4.1 Requisitos generales

Los lugares aptos para la instalación de un inversor SINVERT deben cumplir una serie de requisitos generales, además de determinadas condiciones ambientales. Dichos requisitos se describen en detalle a continuación.

Cimientos

El inversor debe instalarse sobre una base seca, plana y no inflamable. La base debe estar dimensionada para ofrecer en todo momento suficiente estabilidad frente a las cargas estáticas y dinámicas que se producen.

Conexiones

Para garantizar un montaje seguro y sin complicaciones del inversor SINVERT en su emplazamiento, deben estar disponibles para la instalación las conexiones que se describen a continuación.

Compatibilidad electromagnética (CEM)

La compatibilidad electromagnética del inversor ha sido comprobada conforme a las normas EN 61000-6-2 (Inmunidad a perturbaciones) y EN 61000-6-4 (Emisión de perturbaciones). En consecuencia, el inversor SINVERT resulta apto para su uso industrial. Se excluye la instalación en entornos residenciales. La empresa Siemens no asumirá ninguna responsabilidad por daños atribuibles a la instalación en un entorno residencial.

Grado de ensuciamiento

Deben adoptarse las medidas necesarias para que en los armarios del inversor no se supere el grado de ensuciamiento 2.

| |
|--|
| PRECAUCIÓN |
| ¡La suciedad puede causar problemas de funcionamiento! |
| A fin de garantizar un funcionamiento duradero de los equipos, debe procurarse que no puedan penetrar en ellos partículas de suciedad o polvo. |

4.4.2 Requisitos de las instalaciones eléctricas

Además de las condiciones ambientales para el servicio y los requisitos generales referentes al emplazamiento, deben cumplirse los requisitos específicos para instalaciones eléctricas. El inversor SINVERT debe instalarse en una instalación eléctrica cerrada.

Según DIN VDE 0100-200, una instalación eléctrica cerrada es un local o un lugar reservado exclusivamente para el funcionamiento de equipos eléctricos y que se mantiene bajo llave. El cierre sólo debe ser abierto por el personal responsable. Sólo está permitido el acceso a personas con formación en electrotecnia. Deben cumplirse especialmente los requisitos de la norma DIN VDE 0100-731 (Construcción de instalaciones de fuerza con tensiones nominales hasta 1000 V - Instalaciones eléctricas e instalaciones eléctricas cerradas). A continuación se resumen algunos requisitos esenciales. Encontrará una descripción detallada de todos los requisitos en las normas DIN VDE 0100-200, DIN VDE 0100-729 y DIN VDE 0100-731. Estos requisitos deben cumplirse en todos los casos.

ADVERTENCIA

¡Peligro de muerte en caso de acceso de personas no autorizadas a las instalaciones eléctricas!

Si se incumplen los requisitos para instalaciones eléctricas cerradas, puede suceder que personas no autorizadas accedan al inversor. Debido a la falta de conocimientos de dichas personas para la manipulación de instalaciones eléctricas, pueden producirse la muerte, lesiones graves y daños de consideración.

Delimitación e identificación

Según DIN VDE 0100-731, las instalaciones eléctricas e instalaciones eléctricas cerradas deben separarse de otras zonas mediante un obstáculo de al menos 1800 mm de altura. Si se utilizan rejas, el espacio entre rejas debe ser de un máximo de 40 mm. Deben colocarse suficientes rótulos de advertencia en las entradas.

Pasillos, puertas, ventanas

Puertas

Para las puertas de las instalaciones eléctricas cerradas deben aplicarse los siguientes requisitos:

- Acceso exclusivo mediante puertas provistas de cierre o cubiertas
- Las puertas deben abrirse hacia fuera
- Las cerraduras de las puertas deben impedir el acceso a las personas no autorizadas, pero sin impedir la salida de la instalación

Ventana

Para las ventanas de las instalaciones eléctricas cerradas deben aplicarse los siguientes requisitos:

- Si la instalación eléctrica cerrada no se encuentra en una zona cercada o un terreno de acceso controlado, las ventanas deben estar aseguradas contra la entrada de personas.

Vía de escape/pasillos

Para las vías de escape y pasillos que conducen a talleres eléctricos cerrados, se aplican las siguientes normas:

- Según DIN VDE 0100-731, la longitud de las vías de escape no debe superar los 40 m.
- DIN VDE 0100-729 prescribe que los pasillos con una longitud de más de 20 m deben ser accesibles por ambos lados.
Esta misma norma se recomienda también para los pasillos con una longitud de más de 6 m.
- El ángulo de apertura de las puertas es de 140°.
- Entre la pared y el inversor debe existir una distancia mínima de 1000 mm.
- En caso de frentes de equipo opuestos entre sí, se cuenta con un estrechamiento debido a la apertura de puertas únicamente en un lado. También en dicha disposición, la distancia entre los equipos opuestos debe ser como mínimo de 1000 mm debido a las puertas con ángulo de apertura de 140°. Se permite abrir cada vez una puerta de un lado, pero no simultáneamente en los lados opuestos.
- Mantenga estrictamente las anchuras de los pasillos y las longitudes de las vías de escape.
- Pueden existir otras normas en función de la legislación local.
- Tenga en cuenta también a este respecto la siguiente consigna de seguridad:

| |
|---|
|  ADVERTENCIA |
| ¡Peligro de muerte en caso de pasillos no suficientemente anchos y vías de escape demasiado largas! |
| Los pasillos no suficientemente anchos o las vías de escape demasiado largas pueden perjudicar o impedir la evacuación de personas en caso de emergencia. Esto puede dar lugar a la muerte o lesiones graves. |

4.4.3 Ventilación y purga de aire

A fin de garantizar una ventilación y purga de aire suficientes para los armarios de los inversores, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Las temperaturas ambiente admisibles deben cumplirse.
- Deben facilitarse los volúmenes de aire necesarios
- El equipo debe expulsar el calor de escape de manera que no se supere la temperatura ambiente máxima admisible
- Debe impedirse por todos los medios que se produzca un cortocircuito térmico
- El aire aportado debe cumplir las especificaciones técnicas, por ejemplo, en cuanto a calidad, limpieza y humedad (ver capítulo Condiciones ambientales (Página 121)).

La entrada de aire en el inversor se produce a través de las ranuras de ventilación situadas en las puertas. La salida de aire se produce a través de la rejilla del techo de los armarios.

Si se montan los armarios de inversor en un contenedor, se recomienda el uso de campanas extractoras (ver el capítulo Accesorios (Página 135))

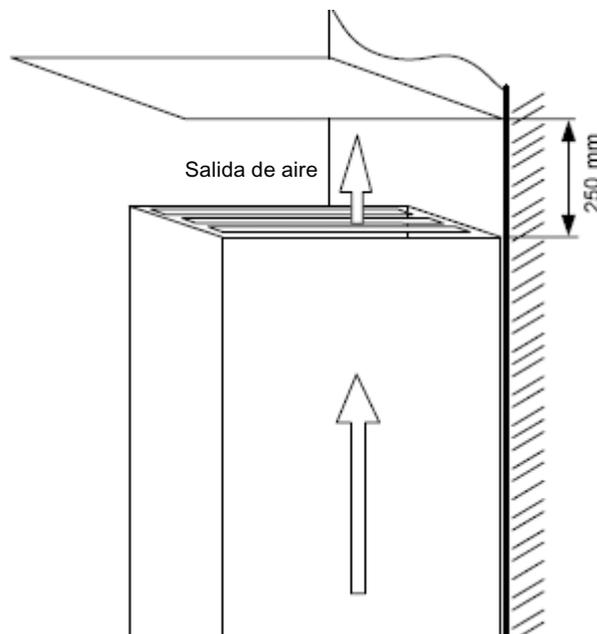


Figura 4-11 Ventilación y purga de aire: distancia mínima hacia arriba

4.4.4 Puesta a tierra y protección contra rayos

Las instalaciones de protección contra rayos y de puesta a tierra deben ejecutarse conforme a IEC 62305.

Montaje

5.1 Preparativos

Este capítulo contiene instrucciones e indicaciones para el montaje correcto del inversor SINVERT PVS500/PVS600. Tenga en cuenta en cualquier caso las consignas de seguridad de los correspondientes capítulos. Siga estrictamente las normas y regulaciones locales vigentes en el lugar de instalación.

Generalidades

Los equipos deben montarse y refrigerarse de acuerdo con las normas descritas en este documento.
Proteja los inversores contra solicitaciones inadmisibles.

Requisitos exigidos al lugar de emplazamiento

Los talleres deben ser secos y estar libres de polvo. El aire suministrado no debe contener gases, vapores ni polvos conductivos o capaces de alterar la funcionalidad.

Desembalar

Compruebe que la entrega completa no presente daños.

La eliminación del material de embalaje debe realizarse de acuerdo con las normas locales de eliminación de residuos.

Herramientas necesarias

- Llave dinamométrica de 20 a 100 Nm
- Carraca con prolongación
- Inserto de llave de vaso hexagonal de 18 mm, 13 mm, 17 mm
- Llave combinada de 18 mm, 13 mm, 17 mm
- Destornillador ranura 1 mm, 2 mm, 3 mm
- Destornillador Torx T20

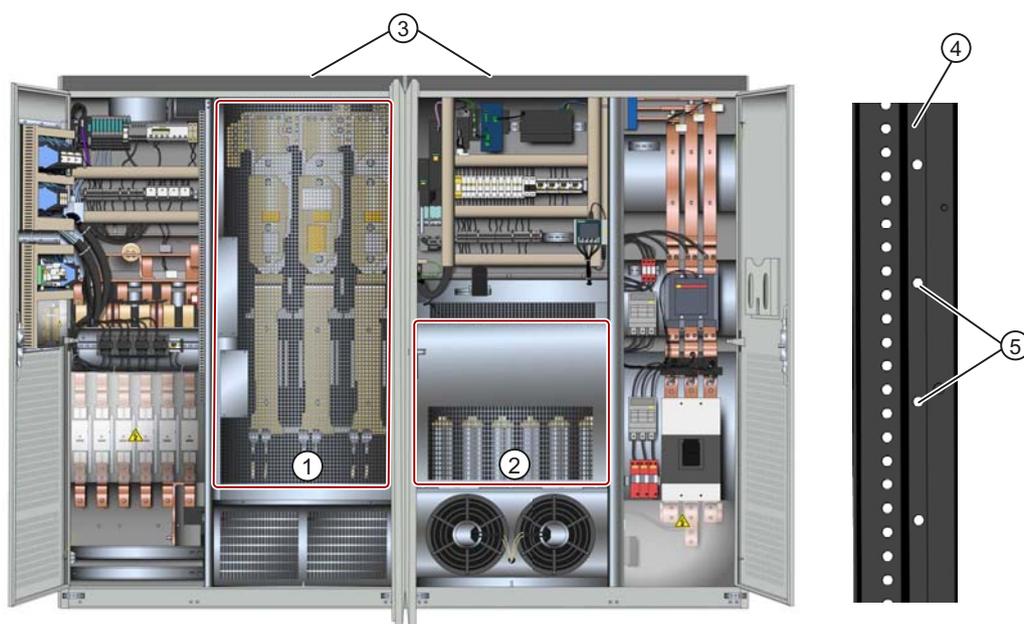
5.2 Información de seguridad para el atornillamiento de los subarmarios

| |
|---|
| PRECAUCIÓN |
| Daños mecánicos |
| Las tensiones mecánicas que se producen durante el transporte pueden ejercer presión mecánica sobre los componentes. |
| Como consecuencia pueden producirse daños materiales. |
| <ul style="list-style-type: none">• Coloque los armarios exactamente unos frente a otros, a fin de evitar fuerzas de cizalladura al atornillar las unidades básicas.• Asegúrese de que la base sobre la que se va a montar el inversor sea plana y horizontal. |

5.3 Atornillado de los subarmarios

Para atornillar los subarmarios, proceda del siguiente modo:

1. Retire las siguientes cubiertas:
 - la cubierta de los condensadores AC
 - las cubiertas del inversor
 - las chapas de protección de las rejillas en ambos subarmarios
2. Coloque los armarios uno junto al otro de modo que las paredes laterales coincidan perfectamente con sus orificios de fijación.
3. Atornille los dos armarios por el bastidor delantero y superior en los lugares accesibles, apretando cada tornillo con 20 Nm.
 - Utilice los tornillos y tuercas de la caja de accesorios.



- ① Cubierta del inversor
- ② Cubierta de los condensadores AC
- ③ Chapas de protección de rejilla
- ④ Bastidor, vista interior
- ⑤ Orificios de fijación para el atornillado de los subarmarios

Figura 5-1 Atornillado de los subarmarios

5.4 Unión mecánica con la base

En el perfil de bastidor de los armarios existen orificios que permiten atornillar los armarios al suelo. Otra posibilidad a considerar, en caso de colocarse los armarios sobre soportes de acero, es soldarlos a la base.

Para la fijación de los armarios a la base debe adaptarse el procedimiento y el tipo de fijación a las características en cada caso.

Se ha de tener en cuenta lo siguiente:

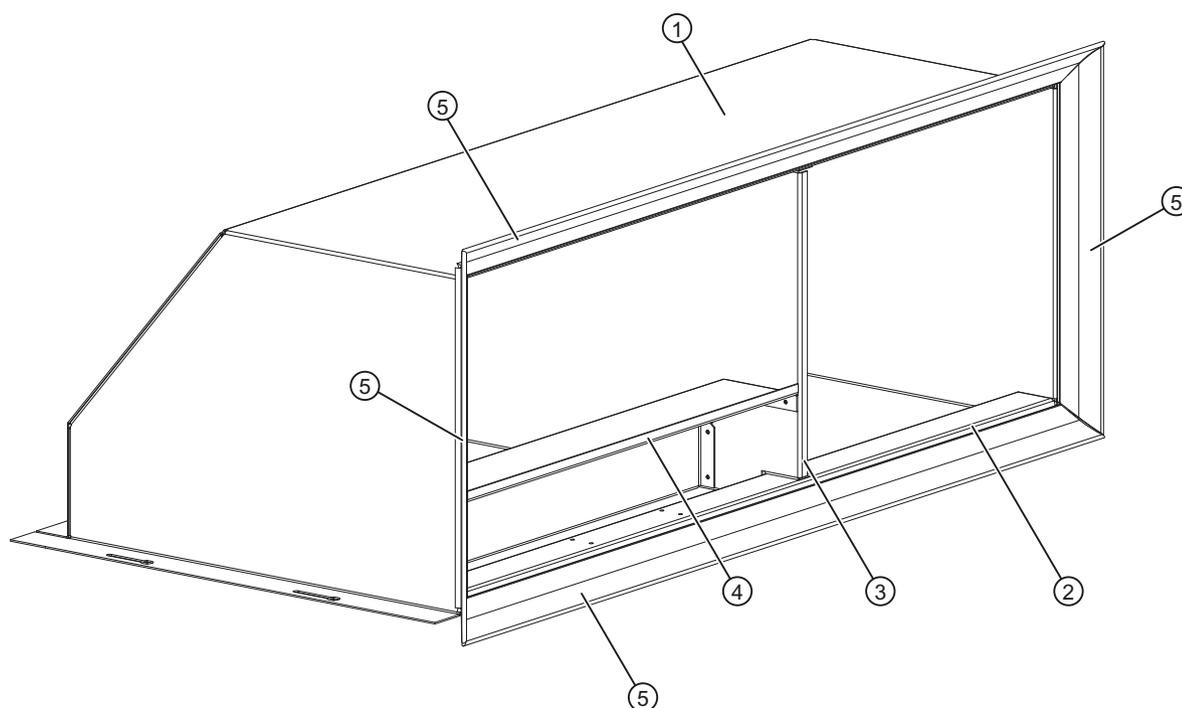
- Las **dimensiones** de la placa base y sus orificios para fijación al suelo se encuentran en las figuras del capítulo Placa base (Página 129).
- Para facilitar el acceso a los orificios de fijación es recomendable colocar primero un armario y atornillarlo a la base antes de colocar el segundo armario.
- Los orificios del perfil del bastidor poseen un **diámetro de 14 mm** y son apropiados para tuercas M12.

5.5 Montaje de las campanas extractoras (opcional)

Las campanas extractoras están disponibles como accesorios. Ver al respecto el apartado Accesorios (Página 135).

Las campanas extractoras para el armario AC y para el armario DC del inversor se diferencian sólo por sus distintas chapas deflectoras de aire. La campana básica, la chapa de separación y las traviesas son iguales en ambas campanas extractoras. Ver a este respecto también los croquis acotados del apartado Campanas extractoras (opcionales) (Página 130).

El procedimiento de montaje es idéntico para ambas campanas extractoras.



- ① Campana básica
- ② Travesaño
- ③ Chapa separadora
- ④ Chapa deflectora de aire (en la campana extractora DC)
- ⑤ Lengüeta de goma

Figura 5-2 Montaje de las campanas extractoras (ejemplo: campana extractora DC)

Procedimiento

1. Asegúrese de utilizar en cada caso la campana extractora correspondiente al armario AC o al armario DC.
2. Coloque las lengüetas de goma sobre las aristas de la campana extractora.
Las lengüetas de goma están incluidas en el embalaje de las campanas extractoras.

5.5 Montaje de las campanas extractoras (opcional)

3. Retire los tornillos del techo del subarmario.
4. Atornille la campana extractora al techo del subarmario.
 - Para ello, utilice los tornillos y arandelas contenidos en la caja de accesorios de la campana extractora (ver el capítulo Accesorios (Página 135)).

En el armario AC, después del montaje de la campana extractora deben colocarse los elementos de gomaespuma suministrados, a fin de garantizar el flujo de aire deseado.

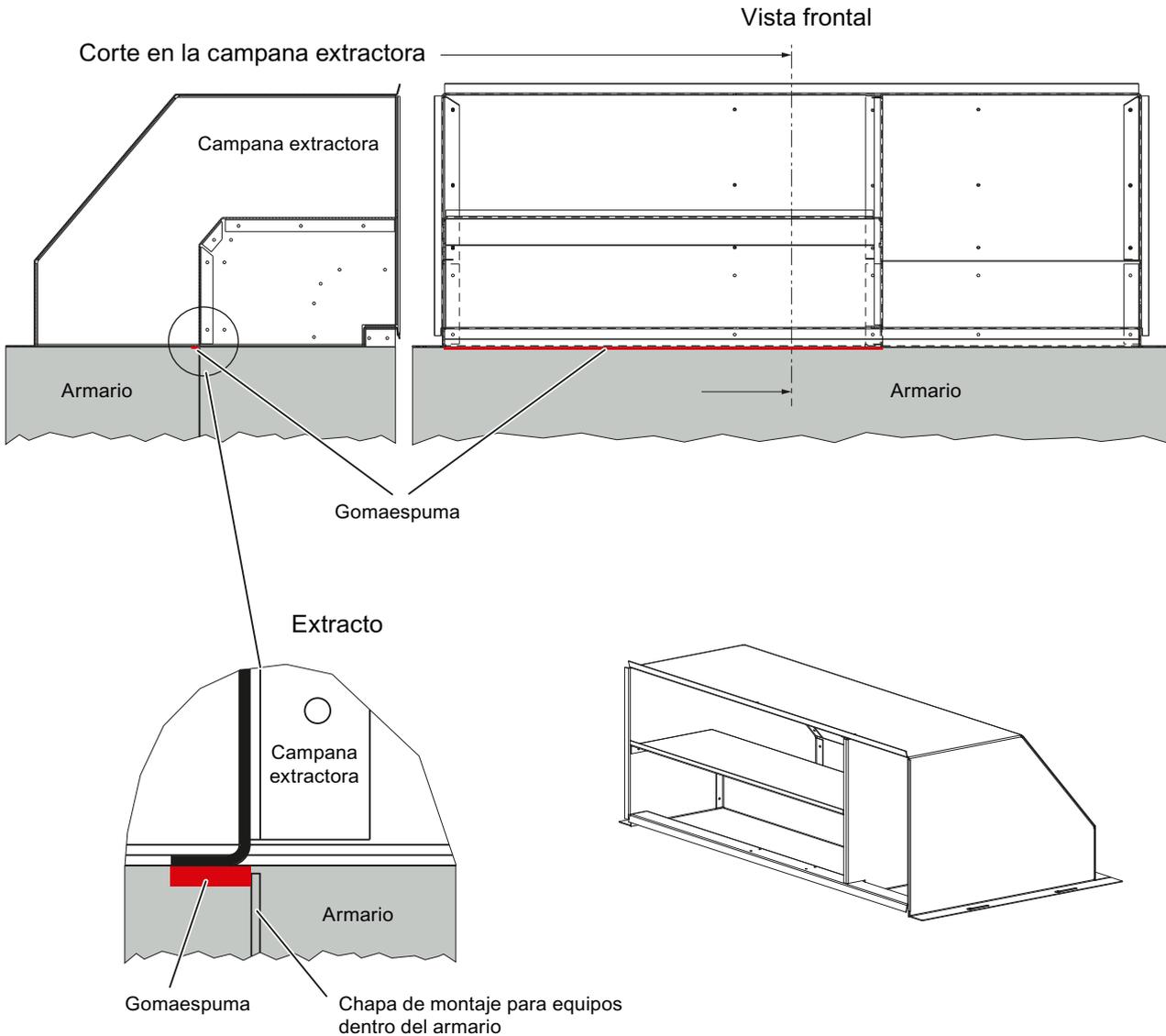


Figura 5-3 Campana extractora: montaje de la gomaespuma

1. Abra la puerta del armario AC para así poder acceder desde abajo a la parte inferior de la campana extractora instalada.
2. Coloque la gomaespuma en la superficie posterior arqueada de la campana extractora que se muestra en la figura, de modo que no pueda escapar por allí corriente de aire hacia la parte posterior del armario.

6.1 Consignas de seguridad generales

Por su propia seguridad y para evitar daños materiales, respete las siguientes consignas de seguridad. Tenga en cuenta especialmente las consignas relevantes para la seguridad que hallará en el propio producto y lea la documentación y las consignas de seguridad de todos los equipos del sistema.

PELIGRO

Peligro por alta tensión

Si el equipo se utiliza de forma inadecuada o no se respetan las consignas de seguridad, las altas tensiones pueden provocar la muerte o lesiones graves.

ADVERTENCIA

Peligro por tensiones del campo FV

En la entrada DC puede haber tensiones peligrosas del campo FV.

Antes de empezar los trabajos de conexión DC, el inversor debe desconectarse del campo FV y aislarse de la alimentación. La separación eléctrica se puede efectuar con el interruptor seccionador, en el CombinerBox o en los módulos FV o en las cadenas fotovoltaicas.

ADVERTENCIA

Peligro por tensiones de la red AC

En la salida AC puede haber tensiones peligrosas de la red.

Antes de empezar los trabajos de conexión AC, el inversor debe desconectarse de la red AC y aislarse de la alimentación por medio del interruptor de media tensión.

ADVERTENCIA

Tensiones peligrosas debido a cargas residuales de condensadores

Durante el servicio del equipo pueden producirse tensiones que entrañan peligro de muerte debido a cargas residuales de condensadores, que pueden estar presentes también después de desconectar el inversor.

Antes de empezar los trabajos de conexión, compruebe si los condensadores tienen cargas residuales y elimínelas si es necesario mediante una resistencia de descarga.

Cumplimiento de las cinco reglas de seguridad

Tenga en cuenta siempre las cinco reglas de seguridad al efectuar cualquier trabajo de conexión:

- Desconectar y aislar de alimentación
- Proteger contra reconexión accidental
- Cerciorarse de la ausencia de tensión
- Poner a tierra y cortocircuitar
- Cubrir o delimitar las piezas contiguas bajo tensión

6.2 Cableado

Al tender los cables, utilice solamente los cables y conductores enumerados en las tablas siguientes.

Tabla 6- 1 Conexiones por cable externas: Alimentación

| | Tipo de cable | Intensidad máxima admisible | Tipo de tornillo |
|---|---|-----------------------------|------------------|
| Puesta a tierra | Mín. 240 mm ² | 750 A | M12 |
| Alimentación auxiliar AC | 5 x 1,5 mm ² | 3 fases con 16 A cada una | Bloque de bornes |
| Conexión AC: L1, L2, L3 | NSGAFÖU 2 x 300 mm ² ¹⁾ por fase | 1002 A por fase | M12 |
| Conexión DC | NSGAFÖU L+: 1 x 300 mm ² ¹⁾ L-: 1 x 300 mm ² ¹⁾ | 400 A por entrada | M12 |
| Circuito intermedio DC, para maestro-esclavo (incluido en el paquete de accesorios) | NSGAFÖU L+: 2 x 300 mm ² ²⁾ L-: 2 x 300 mm ² ²⁾ | 1200 A | M12 |

1) Si se utiliza un cable distinto del NSGAFÖU indicado aquí, la intensidad conducible deberá corresponder a la intensidad de salida.

2) Los cables de circuito intermedio deben estar ejecutados de manera que sean resistentes a cortocircuitos.

Tabla 6- 2 Conexiones por cable externas: Comunicación

| | Tipo de cable | Conexión |
|---|---------------------------------------|----------------------|
| Comunicación maestro-esclavo | Cable PROFIBUS DP | Conector PROFIBUS DP |
| Comunicación (p. ej. WinCC) | Latiguillo | RJ45 |
| Parada rápida | 2 x 2,5 mm ² (apantallado) | Borne |
| Puesta a tierra del campo FV (opcional) | NSGAFÖU 1 x 2,5 mm ² | Borne |

6.3 Conexión de los distintos cables

6.3.1 Requisitos

En este capítulo encontrará información e instrucciones sobre la conexión de todos los cables de señales y cables de potencia tal y como deben realizarse antes de la primera puesta en marcha.

Requisitos

Antes de empezar los distintos trabajos de conexión es imprescindible que se cumplan los siguientes requisitos:

- Todos los cables de alimentación DC y AC de todas las unidades inversoras están desconectados de la tensión.
- Los cables DC están desconectados del campo FV.
La separación eléctrica se puede efectuar con el interruptor seccionador, en el SINVERT PVS CombinerBox, en los módulos FV o en las cadenas fotovoltaicas.
- Los cables AC se han desconectado de la red AC por medio del interruptor de media tensión.

6.3.2 Sinopsis

Las conexiones de los cables de potencia y de todos los demás cables de señales deben realizarse en el siguiente orden:

1. Puesta a tierra (Página 59)
2. Cables de señales y comunicación interna (Página 60)
3. Conexión para la opción "Puesta a tierra del campo FV" (Página 64) (si existe)
4. Comunicación externa (Página 65)
5. Unión de los armarios DC-AC (Página 66)
6. Alimentación auxiliar AC (Página 67)
7. Red principal AC (Página 68)
8. Circuito intermedio DC (sólo en combinaciones maestro-esclavo) (Página 69)
9. Entrada DC (Página 70)
10. Función de parada rápida (Página 71)

6.3 Conexión de los distintos cables

Las diferentes zonas de conexión del inversor están representadas esquemáticamente en el siguiente gráfico.

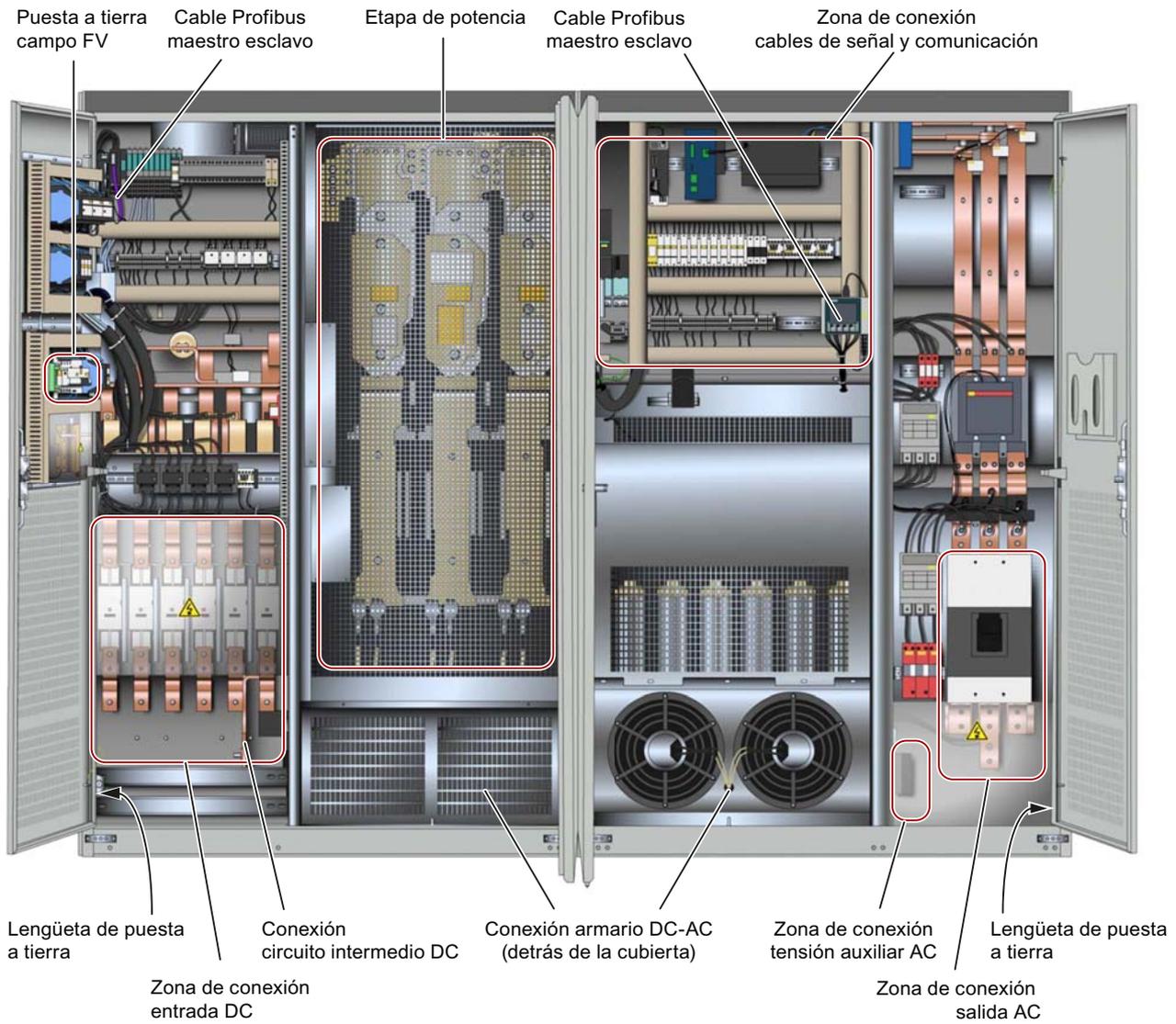


Figura 6-1 Las zonas de conexión del inversor

Pares de las uniones roscadas que conducen corriente

Para la conexión de las uniones roscadas que conducen corriente se aplican los siguientes pares:

Tabla 6- 3 Pares de las uniones roscadas que conducen corriente

| Tornillo | Par de apriete |
|-----------------|----------------|
| Salidas AC | 70 Nm |
| Entradas DC | 70 Nm |
| Puesta a tierra | 70 Nm |

6.3.3 Puesta a tierra

1. Conecte cada armario con el potencial de tierra mediante la lengüeta de puesta a tierra (ver figura en el capítulo Sinopsis (Página 57)) con el cable correspondiente.
 - Los cables de puesta a tierra deben tener una sección de conductor de 240 mm² como mínimo.
 - Ver también la tabla Conexiones por cable externas del capítulo Cableado (Página 56).
2. Apriete las uniones roscadas de la conexión de puesta a tierra con un par de 70 Nm.

6.3.4 Cables de señales y comunicación interna

Cables de señales

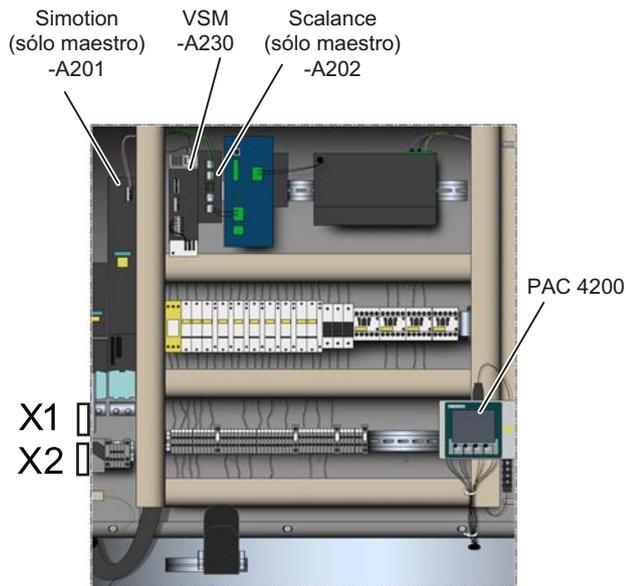


Figura 6-2 Zona de conexión de comunicación

1. Inserte los cables de señales con los conectores X1 y X2 en los conectores hembra X1 y X2 previstos para ello en el bastidor izquierdo del armario AC.
2. Conecte los cables de señales marcados del armario DC y el cable Profibus DP del armario DC con las conexiones correspondientes de los módulos -A201 (Simotion) y -A230 (VSM) del armario AC:
 - Módulo Simotion -A201, conexión -X126 (Profibus)
 - Módulo Simotion -A201, conexión -X100 (conexión DRIVE-CLiQ)
 - Módulo Simotion -A201, conexión -X101 (conexión DRIVE CLiQ)
 - Módulo VSM -A230, conexión -X500

Conexión Profibus en combinaciones maestro-esclavo

Establezca la conexión Profibus en combinaciones maestro-esclavo entre el maestro y los esclavos con los cables indicados (ver capítulo Cableado (Página 56)).

Conexión en el maestro

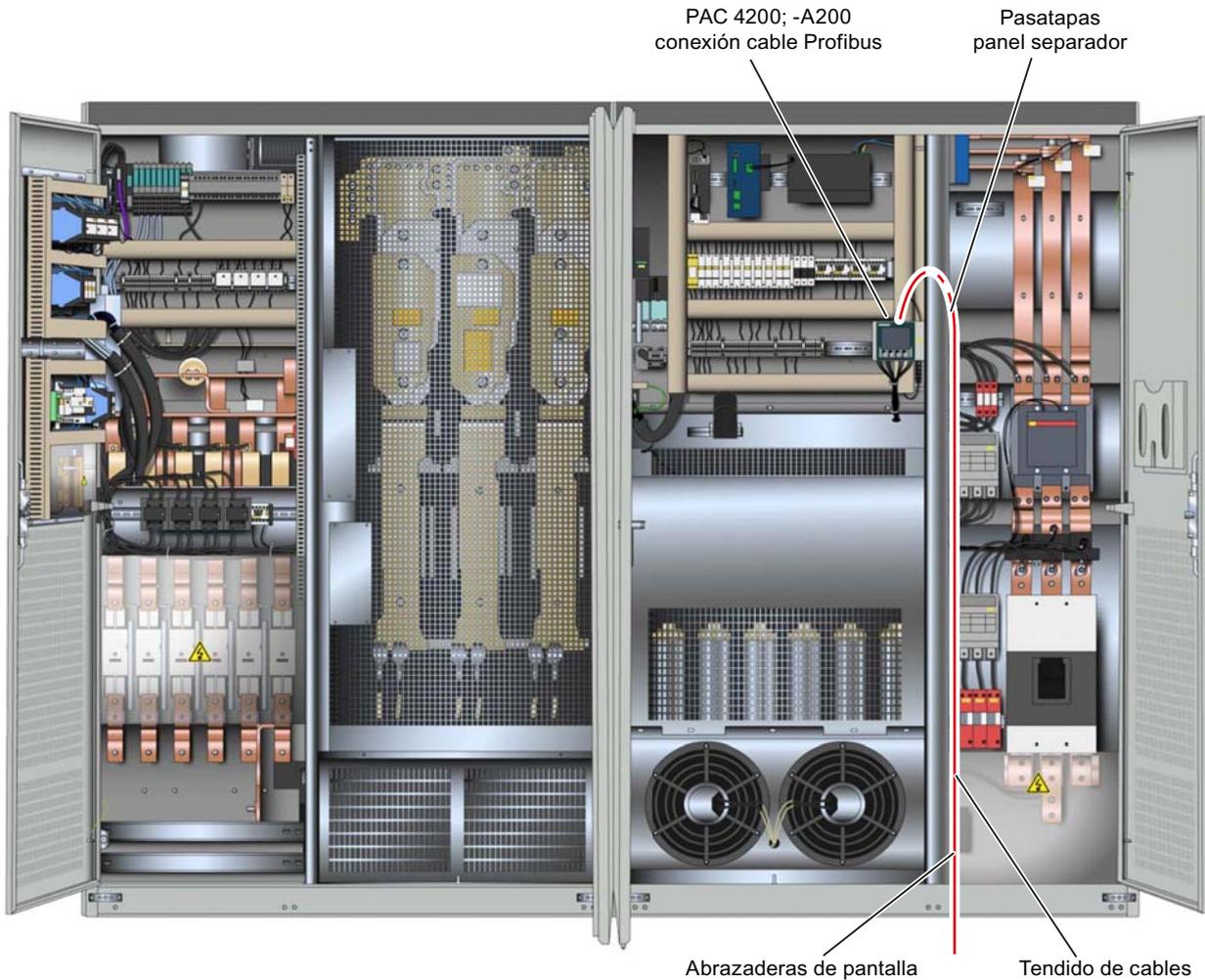


Figura 6-3 Tendido de cables Profibus en el maestro

1. Coloque el cable Profibus en la parte inferior del armario AC, tiéndalo hacia arriba tal y como aparece en el esquema y páselo por el orificio del panel separador hacia el PAC 4200.
2. Conéctelo al PAC 4200 (-A200).
 - Para ello, abra el conector (6GK1500-0FC10) y sujete los hilos rojo y verde del cable en el contacto con el mismo color de hilo.
3. Conecte la pantalla del cable Profibus a las abrazaderas de pantalla del armario AC.
4. Sujete el cable con bridas para cables en los lugares adecuados.

Conexión en el esclavo

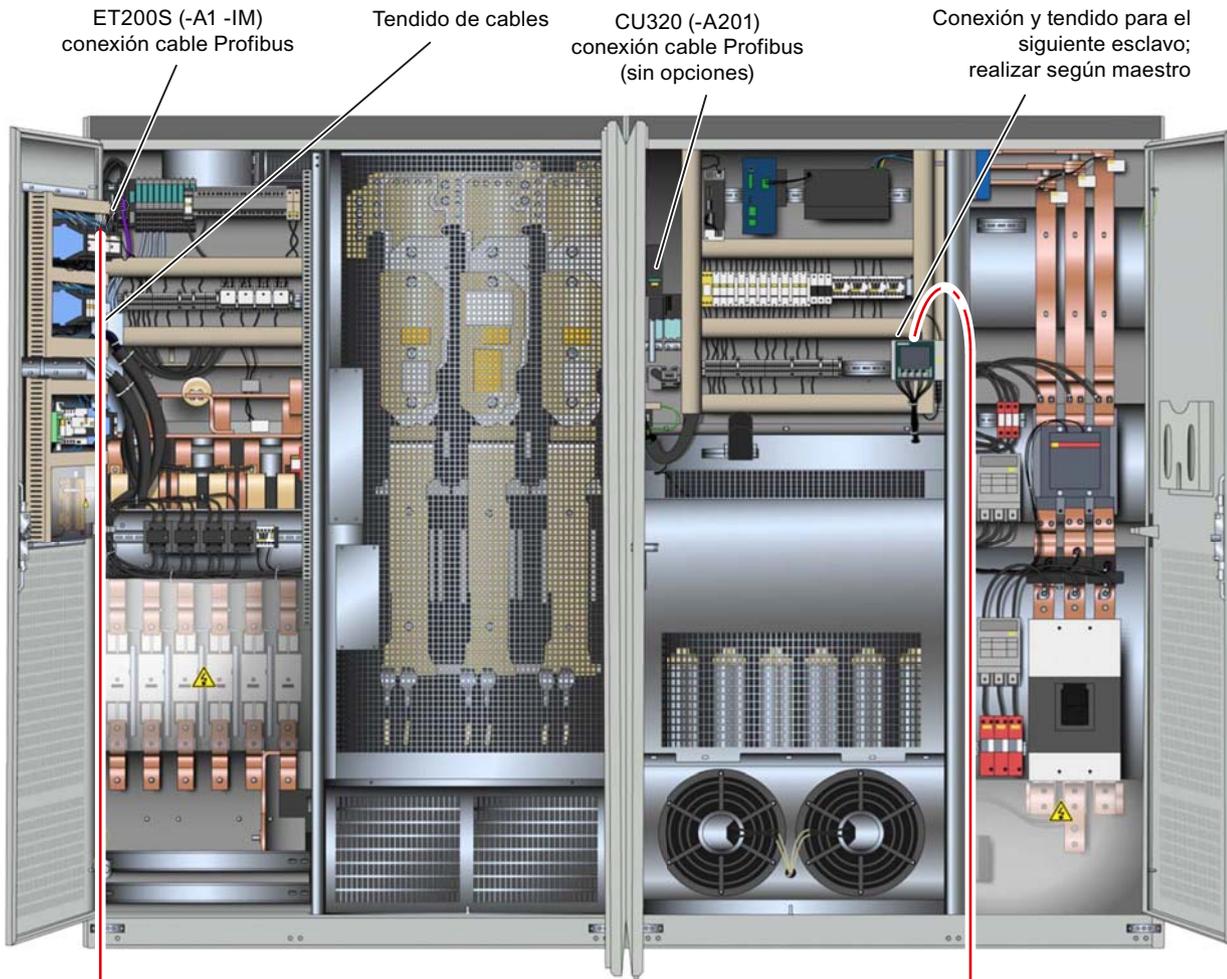


Figura 6-4 Tendido de cables Profibus en el esclavo

1. Coloque el cable en el armario DC desde la parte inferior izquierda, y tiéndalo hacia arriba en el bastidor tal y como aparece en el esquema.
2. Conéctelo a la ET200S (-A1 -IM).
 - Para ello, abra el conector correspondiente y sujete los hilos rojo y verde del cable en el contacto con el mismo color de hilo.
3. Conecte la pantalla del cable Profibus a las abrazaderas de pantalla del armario DC.
4. Sujete el cable con bridas para cables en los lugares adecuados.

El cable Profibus para el siguiente esclavo debe tenderse de la forma correspondiente, como se ha descrito para el maestro, y conectarse al PAC 4200.

Conexión en el esclavo si no hay ninguna opción

Si no se dispone de ninguna de las siguientes opciones:

- D30/D40 FV: puesta a tierra del campo,
- D61: máx. tensión DC 1000 V,
- M10: vigilancia de simetría,

se prescinde de la ET200 en el armario DC y el cable Profibus debe conectarse al módulo CU320 en el esclavo (ver figura "Tendido de cables Profibus en el esclavo").

1. Conecte el cable Profibus a la CU320 (-A201).
 - Para ello, abra el conector (6ES7972-0BB60-0XA0) y sujete los hilos rojo y verde del cable en el contacto con el mismo color de hilo.

6.3.5 Conexión para la opción "Puesta a tierra del campo FV"

En la opción de puesta a tierra del campo FV, entre los armarios maestro y los armarios esclavo deben establecerse las correspondientes conexiones de cable.

El cable de conexión está en el esclavo, y allí está ya conectado. Solamente debe tenderse hacia el maestro y conectarse.

Deben realizarse las siguientes conexiones:

| | | | |
|---------|------------------|-----------|-----------------|
| Maestro | Borne -X510 - 12 | Esclavo 1 | Borne -X510 -11 |
| | Borne -X510 - 13 | Esclavo 2 | Borne -X510 -11 |
| | Borne -X510 - 14 | Esclavo 3 | Borne -X510 -11 |

El tendido de cables es igual en el maestro y en el esclavo.

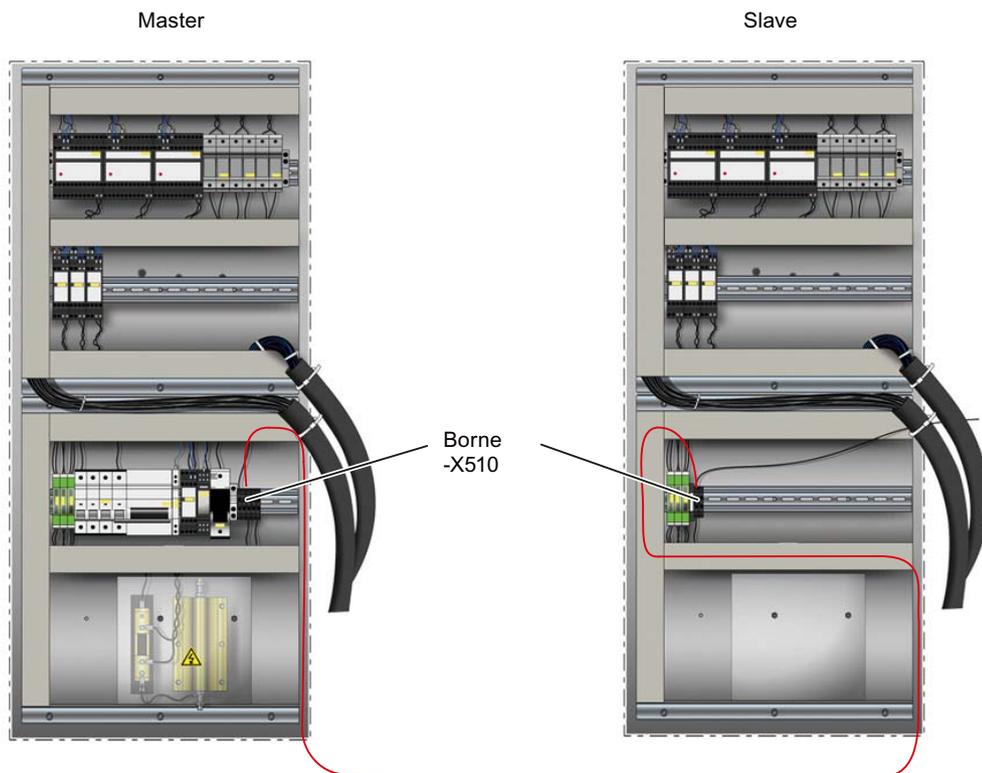


Figura 6-5 Conexión de la puesta a tierra del campo FV

Procedimiento

1. Tome el cable ya conectado en el esclavo y tiéndalo hacia el maestro.
2. Coloque el cable en el armario DC del maestro desde la parte inferior izquierda, tiéndalo por el bastidor hacia arriba y páselo por los canales de cables de la puerta (ver la figura anterior).
3. Conecte el cable al borne -X510 de la puerta del armario DC (ver la tabla anterior).

6.3.6 Comunicación externa

Para establecer la comunicación hacia "fuera", se establece una conexión con Internet mediante un router.

Para ello, conecte el cable adecuado con la conexión que corresponda del módulo SCALANCE -A202 del armario AC.

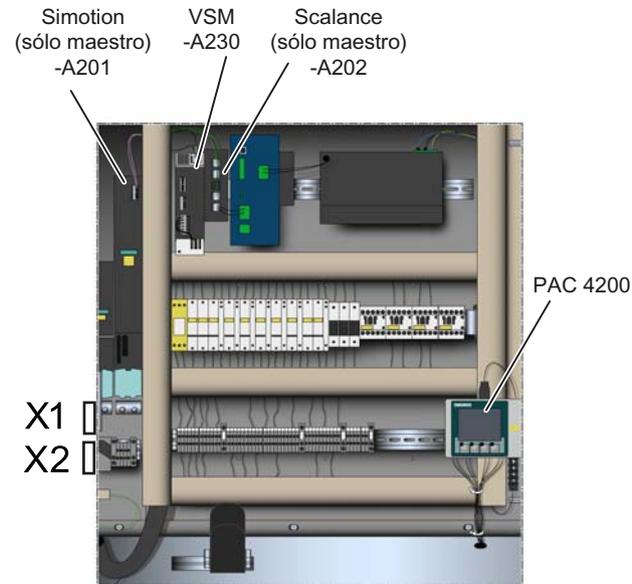


Figura 6-6 Innenansicht_Kommunktion

1. Coloque el cable en la parte inferior del armario AC, tiéndolo hacia arriba igual que el cable Profibus del esquema anterior, páselo por el orificio del panel separador y siga tendiéndolo por el recorrido adecuado a través de los canales para cables hasta el módulo SCALANCE -A202.
2. Conecte la pantalla del cable Profibus a las abrazaderas de pantalla del armario AC.
3. Conecte el cable al módulo -A202, borne -X500.
 - Utilice una conexión libre de los bornes P1-P5.

6.3.7 Unión de los armarios DC-AC

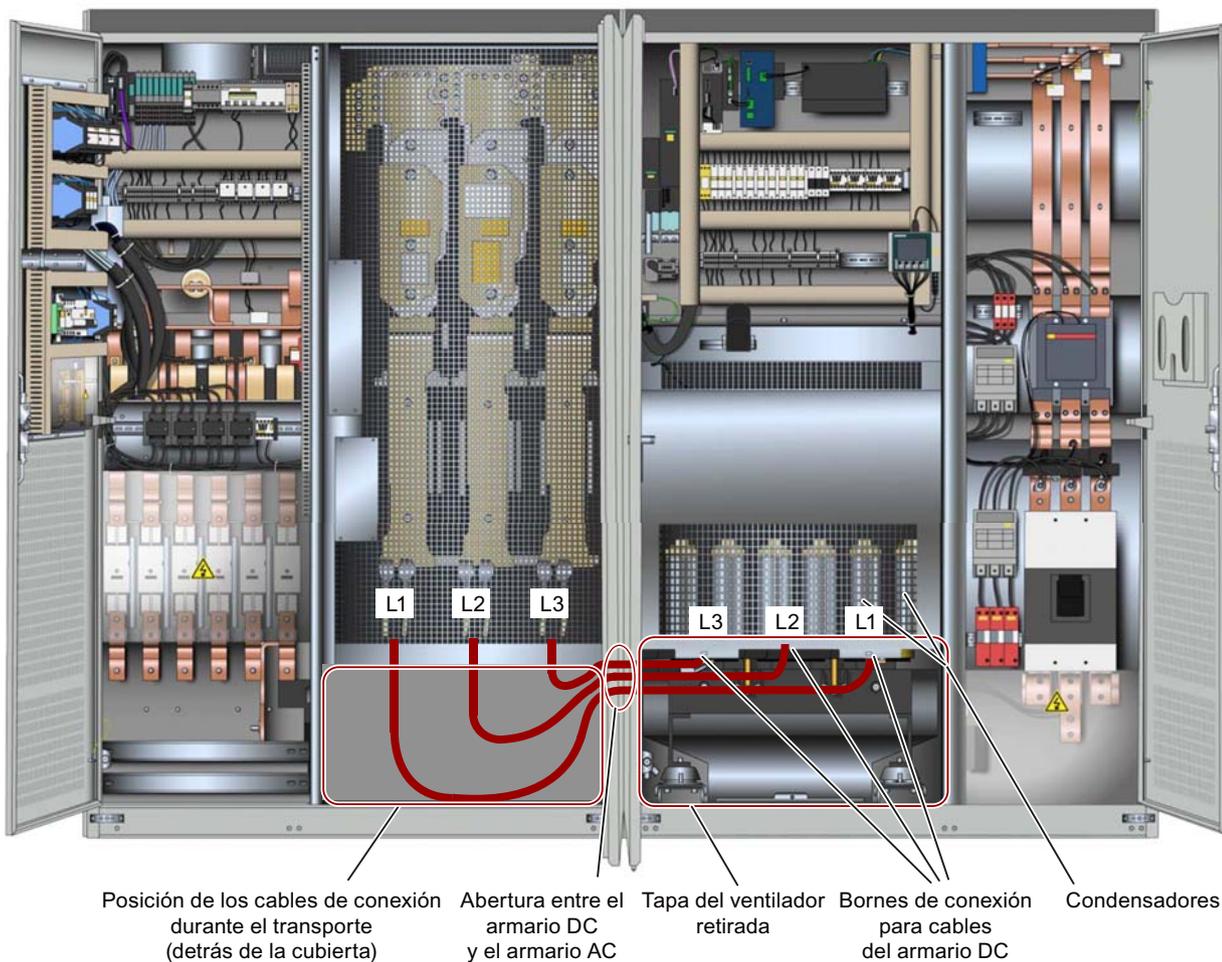


Figura 6-7 Conexión de unión del armario DC al armario AC

1. Desmonte la cubierta inferior derecha del armario DC.
2. Retire la unidad de ventilador de la parte inferior izquierda del armario AC.
3. Tome el cable doble más corto **L3** de la zona situada debajo de la etapa de potencia del inversor y páselo por la abertura lateral derecha al armario AC.
4. Conecte el cable doble **L3** a la barra de cobre izquierda de la bobina del armario AC.
 - Apriete las uniones roscadas con un par de apriete de 70 Nm.
5. Tome el cable doble mediano **L2**, páselo por la abertura lateral al armario AC y conéctelo a la barra de cobre del centro de la bobina del armario AC.
 - Apriete las uniones roscadas con un par de apriete de 70 Nm.

6. Tome el cable doble más largo L1, páselo por la abertura lateral al armario AC y conéctelo a la barra de cobre derecha de la bobina del armario AC.
 - Apriete las uniones roscadas con un par de apriete de 70 Nm.
7. Monte la unidad de ventilador en el armario AC y la cubierta en el armario DC.

6.3.8 Alimentación auxiliar AC

Los inversores se alimentan con una tensión auxiliar de 400 V.

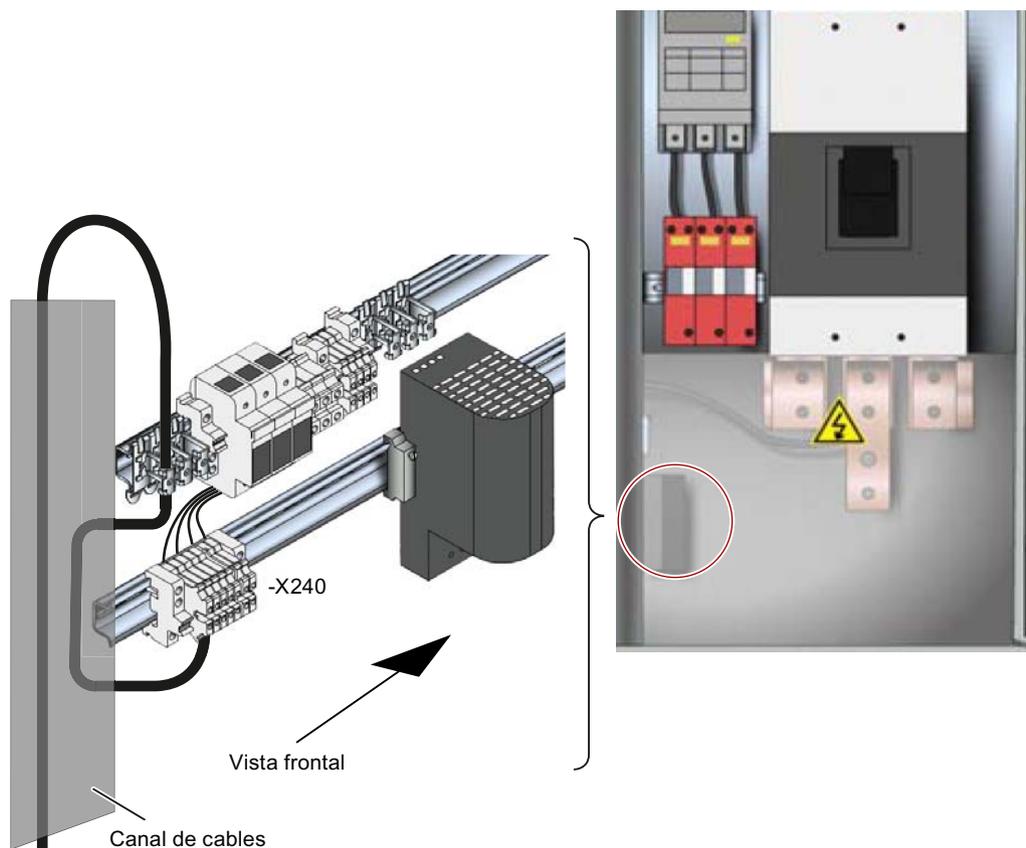


Figura 6-8 Conexión de la alimentación auxiliar AC

1. Tienda el cable de la alimentación auxiliar AC como se indica en la figura y conéctelo al bloque de bornes -X240 (ver anexo Vista general del cableado del maestro y del esclavo (Página 139)).
2. Fije el cable de la alimentación auxiliar AC a la barra de retención de cables situada encima para garantizar un alivio de tracción (ver figura anterior).

6.3.9 Red principal AC

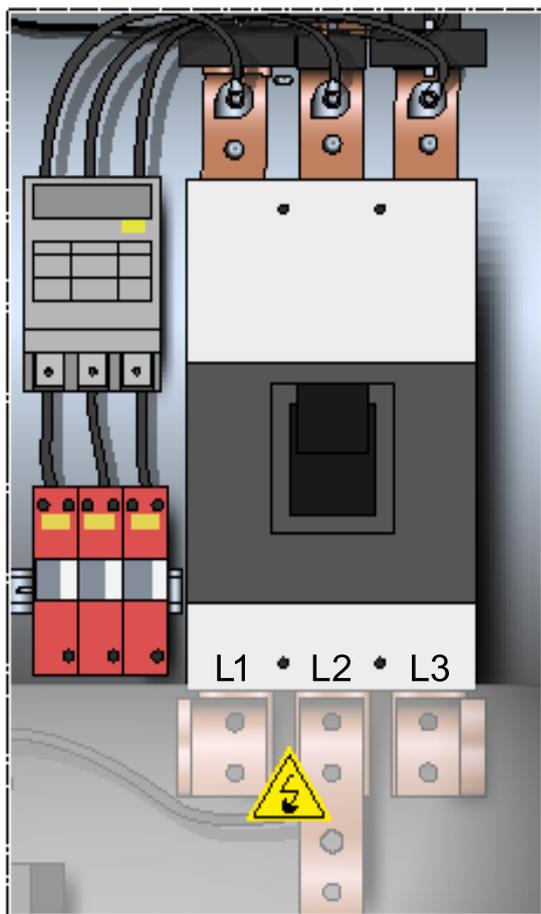


Figura 6-9 Conexión AC

1. Conecte el cable de potencia AC a los bornes L1, L2 y L3.
2. Apriete las uniones roscadas de la conexión AC con un par de 70 Nm.
3. Fije el cable de potencia AC a la barra de retención de cables para garantizar un alivio de tracción.

6.3.10 Circuito intermedio DC (sólo en combinaciones maestro-esclavo)

Esta conexión **únicamente** debe establecerse en combinaciones maestro-esclavo.

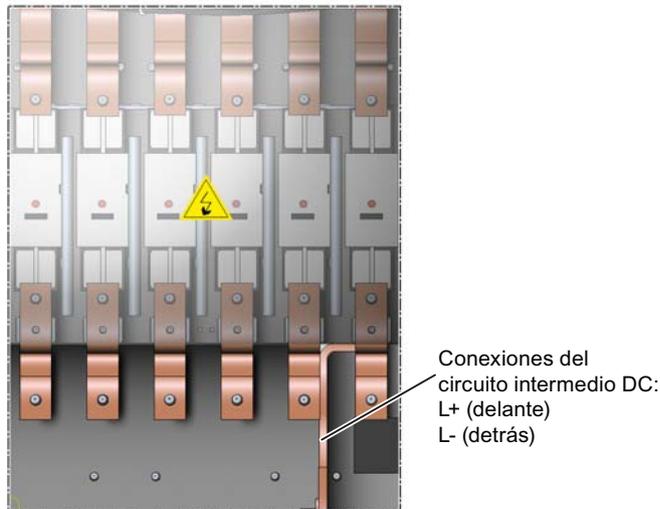


Figura 6-10 Conexión del circuito intermedio DC

Asegúrese de que el circuito intermedio DC esté sin tensión.

1. Conecte el cable de potencia del circuito intermedio DC a las barras de cobre con la denominación "L+" y "L-".
 - La barra de cobre "L+" está delante y la "L-", detrás.
 - Los cables del circuito intermedio DC son cables dobles. Por eso, debe colocarse un cable en la barra de bornes delantera y el otro, en la trasera.
 - Es imprescindible observar la correcta polaridad.
2. Apriete las uniones roscadas de la conexión del circuito intermedio DC con un par de 70 Nm.
3. Fije el cable de potencia del circuito intermedio a la barra de retención de cables para garantizar un alivio de tracción.

6.3.11 Entrada DC

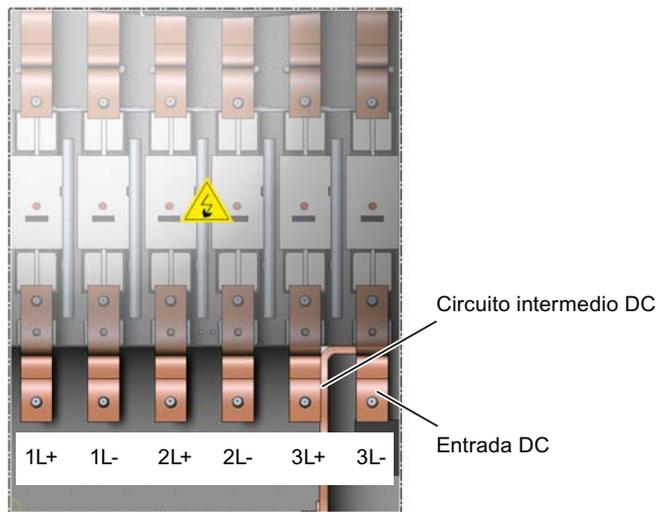


Figura 6-11 Conexión DC

1. Asegúrese de que el cable de potencia DC esté sin tensión en el lado FV.
 - Para ello, el campo FV debe desconectarse de tensión mediante el interruptor seccionador o con el CombinerBox.
2. Conecte el cable de potencia DC a los bornes 1L, 2L y 3L.
 - Los cables de potencia DC son cables dobles. Por eso, debe colocarse un cable en la barra de bornes delantera y el otro, en la trasera.
 - Es imprescindible observar la correcta polaridad.
3. Apriete las uniones roscadas de la conexión DC con un par de 70 Nm.
4. Fije el cable de potencia DC a la barra de retención de cables lateral para garantizar un alivio de tracción.

6.4 Función de parada rápida

La "función de parada rápida" sirve para desconectar rápidamente la red AC en caso de fallos.

Por ello, es absolutamente imprescindible instalar el correspondiente interruptor externo con esta función.

| |
|---|
|  ADVERTENCIA |
| <p>Sin la función de parada rápida no se puede desconectar la red AC en caso de fallo</p> <p>Si no hay instalada ninguna función de parada rápida, la unidad inversora no podrá bloquearse por separado.</p> |

Esquema de conexiones

Para la realización, debe retirarse un puente en el armario AC y sustituirse con la conexión eléctrica hacia el interruptor de parada rápida externo.

La interconexión exacta debe consultarse en el siguiente esquema de conexiones.

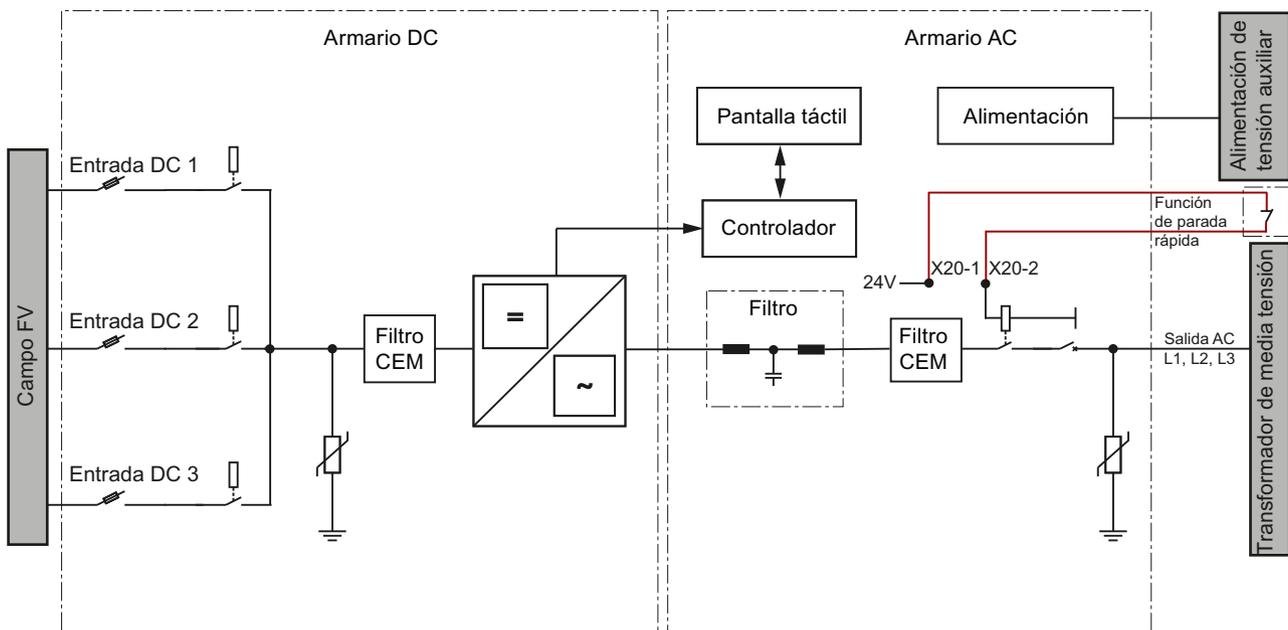


Figura 6-12 Esquema de conexiones para la función de parada rápida

Requisito del interruptor y del cable

- Interruptor (contacto normalmente cerrado) dimensionado para 16 A DC
- Cable apantallado 2 x 2,5 mm²

Procedimiento de montaje y conexión

1. Monte el interruptor de parada rápida en un lugar adecuado y bien accesible cerca de los armarios. La distancia hasta el armario debería ser menor de 10 m.
2. Tienda el cable apantallado de 2 hilos (2,5 mm²) y conéctelo al interruptor de parada rápida.
3. En el armario AC, retire el puente entre los bornes X20 -1 y -2.
4. Coloque el cable del interruptor de parada rápida en el armario AC desde la parte inferior y siga tendiéndolo hasta el borne X20, tal y como se muestra en la figura de más abajo.
5. Conecte el cable en el borne X20-1/2.

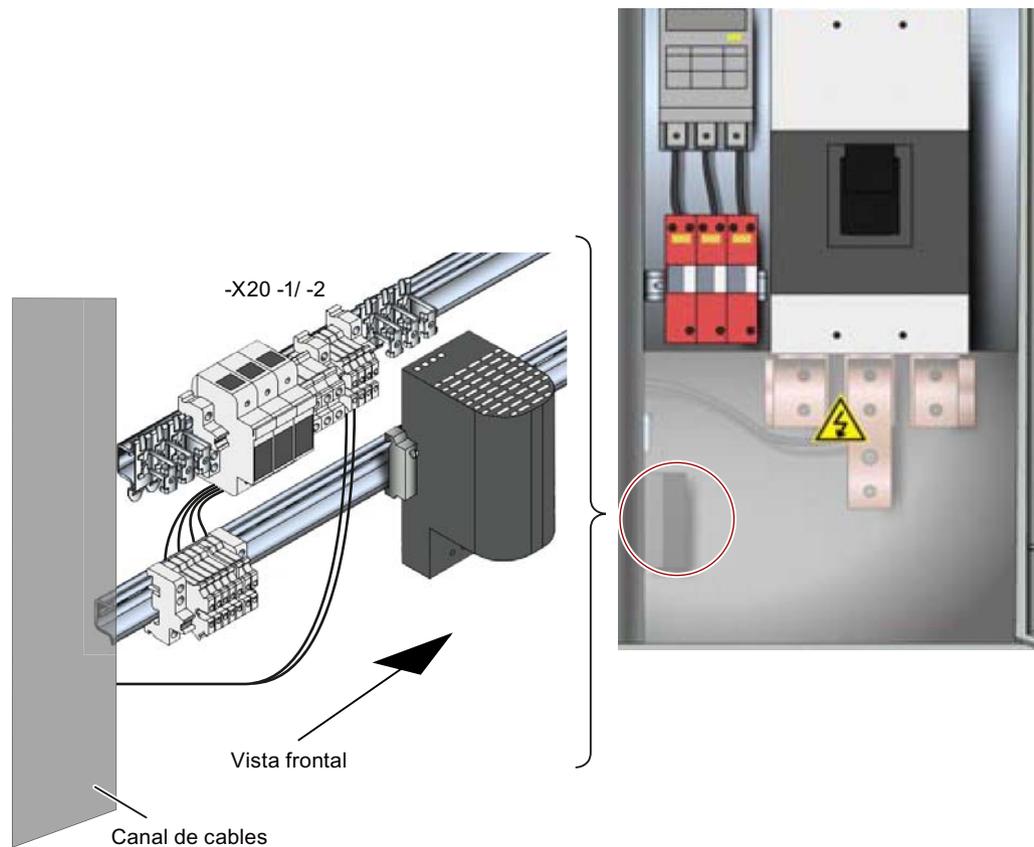


Figura 6-13 Borne de conexión de la función de parada rápida

Puesta en marcha

7.1 Sinopsis

La puesta en marcha del inversor PVS debe ser realizada por personal cualificado de Siemens.

Para la puesta en marcha deben seguirse estos pasos:

En el maestro

1. Conectar la alimentación auxiliar AC
2. Conectar las tensiones AC para los cables de conexión y comprobar el campo giratorio
3. Conectar las tensiones DC para los cables de conexión y comprobar la polaridad
4. Efectuar las configuraciones básicas con el Touch Panel (idioma del menú, hora del sistema, dirección IP, opciones)

Los ajustes son válidos para toda la instalación de inversor

5. Realizar otras parametrizaciones y ajustarlas a los requisitos de la instalación (en este caso, tener en cuenta los parámetros vigentes en el país en cuestión)

Las parametrizaciones son válidas para toda la instalación de inversor

6. Habilitar el armario PVS con el interruptor de llave (posición "2")

En los esclavos

1. Conectar la alimentación auxiliar AC
2. Conectar las tensiones AC y DC para los cables de conexión
3. Habilitar el armario PVS con el interruptor de llave

Nota

Si el inversor no arranca después de conmutar el interruptor de llave a la posición "2", compruebe si la activación remota está activada en el HMI. Para ello consultar "Servicio/Otros/Otros 3" en HMI.

7.2 Puesta en marcha del inversor

El procedimiento descrito a continuación se aplica a un inversor completo. Recomendamos poner en marcha primero la unidad inversora "maestra" y, seguidamente, las unidades esclavo.

Requisitos

- El armario eléctrico se ha montado correctamente.
- El armario eléctrico se ha conectado correctamente.
- El interruptor de parada rápida está instalado.
- El señalizador luminoso verde "Servicio" de la puerta del armario eléctrico no se enciende.

Procedimiento del maestro

1. Conecte la tensión de la alimentación auxiliar AC.
 - El sistema electrónico recibe alimentación de tensión y el sistema se inicializa.
 - El señalizador luminoso verde (indicador de estado) parpadea lentamente
 - El indicador del Touch Panel se activa
2. Realice los ajustes básicos a través del Touch Panel (ver capítulo Puesta en marcha del inversor (Página 74))
 - Seleccionar el idioma
 - Ajustar la hora del sistema
 - Introducir la dirección IP
 - Activar opciones
3. Ajuste las parametrizaciones del sistema a los requisitos de la instalación (ver capítulo Parametrización del inversor (Página 79))
4. Conecte el interruptor automático AC (posición "1").
5. Conecte la tensión de los cables de conexión AC a la red principal.
6. Compruebe el campo giratorio de la red AC con un instrumento de medida de campo giratorio.
 - Si el sentido del campo giratorio no es el correcto, deberán cambiarse 2 fases en la zona de conexión de la salida AC (ver capítulo Red principal AC (Página 68)).
7. Conecte la tensión de los cables de conexión DC del campo FV.

8. Compruebe la polaridad de la tensión DC con un instrumento de medida adecuado (p. ej. multímetro)
 - Si la polaridad no es correcta, deberán cambiarse los cables de potencia correspondientes en la zona de conexión de la entrada DC (ver capítulo Entrada DC (Página 70)).
9. Sitúe el interruptor de llave de la puerta del armario eléctrico AC en la posición "2", habilitar.

Nota**Si el inversor no arranca, compruebe la activación remota en el HMI**

Si el inversor no arranca después de conmutar el interruptor de llave a la posición "2", compruebe si la activación remota está activada en el HMI. Para ello consultar "Servicio/Otros/Otros 3" en HMI.

Procedimiento para los esclavos

1. Realice los pasos 1 y 4 a 9 indicados para el maestro.

Resultado

- El señalizador luminoso verde "Servicio" de la puerta del armario eléctrico parpadea rápidamente o bien el Touch Panel indica el estado operativo "Instalación en servicio".
- El inversor se encuentra en el estado operativo "Servicio".
- El inversor cambia automáticamente al estado operativo "Alimentación" si se cumplen las siguientes condiciones:
 - No hay fallos.
 - El campo FV ofrece suficiente tensión.
El valor umbral de tensión suficiente está definido en el capítulo Datos eléctricos (Página 122).

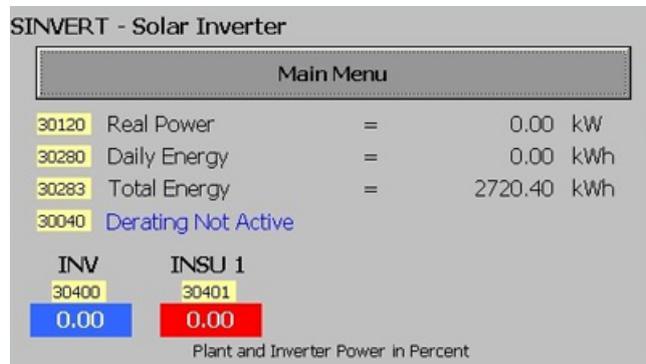
Selección del idioma

Después de conectar la alimentación, primero aparece la pantalla para seleccionar el idioma en el Touch Panel del maestro. (Para más información sobre el manejo del Touch Panel, ver también el capítulo Manejo y visualización del inversor mediante Touch Panel (Página 87))



1. Seleccione el idioma deseado y confirme con OK.

Después de seleccionar el idioma aparece ventana inicial:

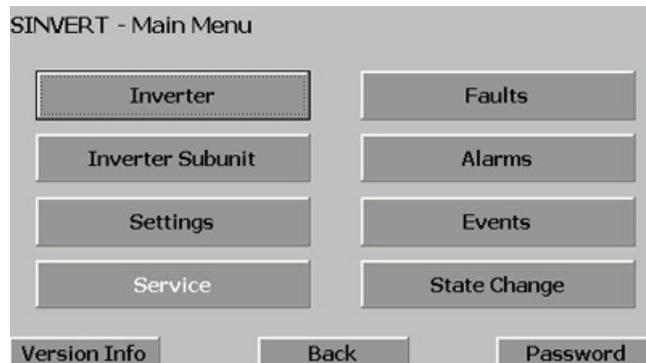


Ajustar la hora del sistema

Para ajustar la hora del sistema, siga estos pasos:

1. En la ventana inicial, haga clic en el botón "Main Menu" en la parte superior de la pantalla táctil.

Aparece el menú principal:



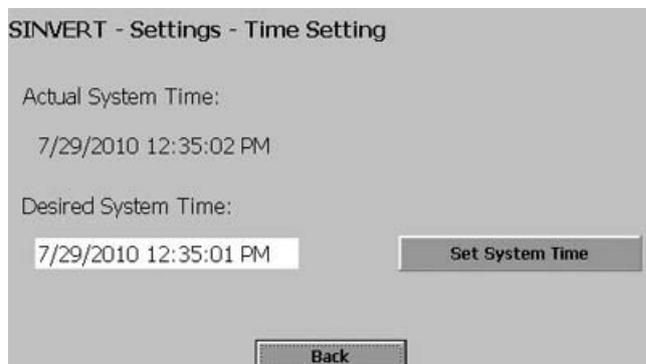
2. Haga clic en el botón "Settings".

Aparece el menú "SINVERT Settings":



- Haga clic en el botón "Time Settings".

Aparece la pantalla para introducir la hora del sistema.



SINVERT - Settings - Time Setting

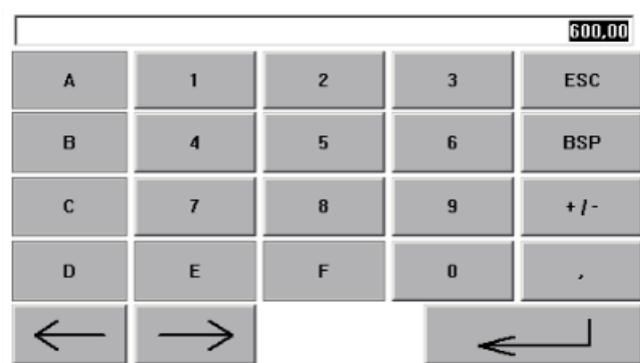
Actual System Time:
7/29/2010 12:35:02 PM

Desired System Time:
7/29/2010 12:35:01 PM

Set System Time

Back

- Haga clic en el campo "Desired System Time" e introduzca la fecha deseada y la hora con el teclado numérico.



| | | | | |
|---|---|---|---|--------|
| | | | | 600.00 |
| A | 1 | 2 | 3 | ESC |
| B | 4 | 5 | 6 | BSP |
| C | 7 | 8 | 9 | +/- |
| D | E | F | 0 | , |
| ← | → | | | ↶ |

- Con las teclas de cursor modifique la posición del cursor dentro de la línea.
- Con la tecla "BSP" borre un carácter cada vez en la posición del cursor.
- Con la tecla "ESC" salga de la ventana sin realizar modificaciones.
- Con la tecla Intro, confirme los datos introducidos y salga de la ventana.

La hora introducida se muestra junto con la flecha como "Desired System Time".

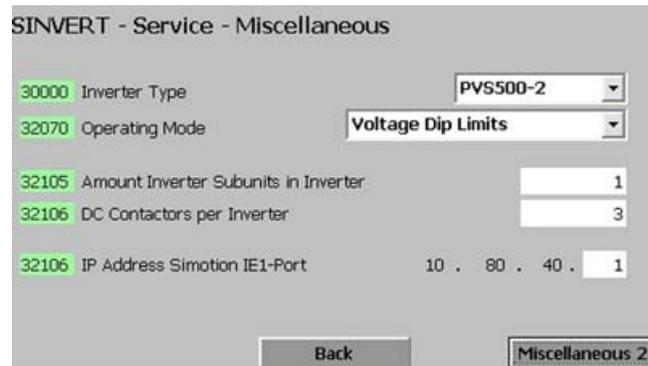
- Para guardar la "hora del sistema deseada" como hora del sistema actual, haga clic en el botón "Set System Time".
 - Si no desea adoptar la "hora del sistema deseada", haga clic en el botón "Back".

Introducción de la dirección IP Simotion IE1 Port

Cada maestro debe tener asignada una dirección IP unívoca.

1. Para ajustar la dirección IP, seleccione la secuencia de menús "Main Menu - Service - Miscellaneous".

Aparece la pantalla siguiente.



2. En "IP Address Simotion IE1-Port" introduzca la última cifra de su número de puerto.

Activar opciones

Las opciones adicionales como "Puesta a tierra del campo FV" u "Opción de 1000 V" deben activarse con el correspondiente ajuste. Las opciones están desactivadas por defecto.

- Las opciones se activan con la secuencia de menús "Main Menu - Service - Options".
 - Para instrucciones más detalladas al respecto, consulte el capítulo Manejo y visualización del inversor mediante Touch Panel (Página 87).

7.3 Parametrización del inversor

Ajustar el inversor a los requisitos de la instalación

En función del caso de aplicación es imprescindible ajustar el inversor a los requisitos concretos de la instalación modificando parámetros. Los parámetros de ajuste disponibles se encuentran en el capítulo Manejo y visualización (Página 83).

Los parámetros del inversor tienen valores preasignados. En el contexto de la puesta en marcha, estos valores deben comprobarse y adaptarse según las necesidades.

Observación de los parámetros de vigilancia de la red específicos del país

Los ajustes del sistema del inversor deben ajustarse a los parámetros de vigilancia de la red específicos del país. A través de las páginas de servicio del menú se pueden realizar y modificar los ajustes del sistema del inversor de la forma correspondiente. El personal de servicio técnico autorizado es el único que tiene acceso a las páginas de servicio introduciendo una contraseña.

| |
|---|
| PRECAUCIÓN |
| Retirada del permiso de operación y de la garantía |
| Si utiliza SINVERT PVS con unos parámetros de vigilancia de la red incorrectos, la empresa de suministro eléctrico puede retirarle el permiso de operación. |
| Solamente personal de servicio técnico autorizado puede poner en marcha el inversor y adaptar los ajustes del sistema a los parámetros de vigilancia de la red específicos del país. De lo contrario se extinguirá la garantía. |
| La puesta en marcha estará prohibida hasta que toda la instalación cumpla las disposiciones y normas de seguridad nacionales de la aplicación. |

No asumimos ninguna responsabilidad en caso de configuración incorrecta de los parámetros de vigilancia de la red.

7.4 Puesta fuera de servicio del inversor

7.4.1 Puesta fuera de servicio de la unidad inversora

Con SINVERT PVS se puede poner fuera de servicio una unidad inversora individualmente. Esto permite que, en caso de producirse un fallo en una unidad inversora, las demás unidades inversoras puedan continuar funcionando.

Procedimiento

1. En la unidad inversora que deba desconectarse, sitúe el interruptor de llave de la puerta del armario eléctrico AC en la posición "1", bloquear.
 - El inversor completo se apaga y vuelve a encenderse de forma controlada 1 s después, a excepción de las unidades inversoras que tienen el interruptor de llave en la posición "1", bloquear. Estas unidades inversoras permanecen fuera de servicio.
2. Espere hasta que el señalizador luminoso verde (indicador de estado) de la puerta del armario eléctrico de la unidad inversora parpadee lentamente (estado operativo "listo").



ADVERTENCIA

Tensiones peligrosas en la unidad inversora desconectada

La unidad inversora bloqueada y los cables de alimentación de las entradas DC y AC siguen estando bajo tensión.

Resultado

- El señalizador luminoso verde "Servicio" de la puerta del armario eléctrico está apagado.
- La unidad inversora está bloqueada pero sus cables de alimentación siguen teniendo tensión.
- La parte restante del inversor sigue funcionando.



ADVERTENCIA

Tensiones peligrosas en los cables de alimentación

Los cables de alimentación de las entradas DC y AC están bajo tensión.

7.4.2 Puesta fuera de servicio de todo el inversor

Para que pueda trabajarse en el inversor SINVERT PVS, debe desconectarse de la alimentación el inversor completo. Por ello deben ponerse fuera de servicio todas las unidades inversoras.

Procedimiento

1. En **todas** las unidades inversoras, sitúe el interruptor de llave de la puerta del armario eléctrico AC en la posición "1", bloquear.
 - Después de desconectar la primera unidad, el inversor completo se apaga e intenta volver a encenderse de forma controlada 1 s después, a excepción de las unidades inversoras que ya tienen el interruptor de llave en la posición "1", bloquear.
 - *Por eso, realice la desconexión de todas las unidades inversoras rápidamente, ya que el inversor intentará volver a encender las unidades que queden.
2. Después de desconectar todas las unidades inversoras, espere hasta que el señalizador luminoso verde (indicador de estado) de la puerta del armario eléctrico de cada unidad inversora parpadee lentamente (estado operativo "listo").
3. Abra las puertas del armario eléctrico.

| |
|--|
|  ADVERTENCIA |
|--|

| |
|--|
| Tensiones peligrosas en el armario del inversor |
|--|

| |
|--------------------------------|
| El inversor está bajo tensión. |
|--------------------------------|

4. Coloque el interruptor automático de la pieza de conexión AC a "0".
5. Desconecte la alimentación auxiliar.
6. Desconecte la tensión DC (campo FV).
7. Compruebe la ausencia de tensión en las entradas DC y AC con un instrumento de medida.

Resultado

- El señalizador luminoso verde "Servicio" de la puerta del armario eléctrico está apagado.
- El inversor está bloqueado y sin tensión en los equipos.

| |
|--|
|  ADVERTENCIA |
|--|

| |
|---|
| Tensiones peligrosas en los cables de alimentación |
|---|

| |
|--|
| Los cables de alimentación de las entradas DC y AC están bajo tensión. |
|--|

Manejo y visualización

El inversor únicamente puede ser manejado por personal cualificado.

8.1 Estados operativos

El inversor SINVERT PVS puede presentar los siguientes estados operativos:

Tabla 8- 1 Descripción de los estados operativos

| Estado operativo | Indicador | Descripción |
|------------------------------|---|---|
| "Apagado" | Los señalizadores luminosos verde y amarillo no se encienden | El inversor SINVERT PVS no tiene tensión en el lado AC o el control ha fallado |
| "Listo" (IDLE) | El señalizador luminoso verde parpadea lentamente; período 1 s | El inversor SINVERT PVS espera la habilitación para el servicio mediante interruptor de llave o activación remota. El interruptor de llave no se encuentra en la posición "2" o bien la activación remota en el HMI está "desactivada". |
| "Servicio" (READY, STARTING) | El señalizador luminoso verde parpadea rápidamente; período 250 s | El inversor SINVERT PVS está habilitado. El inversor cambia automáticamente al estado operativo "Alimentación" si se cumplen las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • No hay fallos. • Aún no ha transcurrido el tiempo de espera para la reconexión después de fallo. • El campo FV ofrece suficiente tensión. El valor umbral de tensión suficiente está definido en el capítulo "Datos eléctricos". |
| "Alimentación" (RUN) | El señalizador luminoso verde está encendido de forma permanente | El inversor SINVERT PVS devuelve energía a la red de distribución eléctrica conectada. |
| "Alarma" (ALARM) | El señalizador luminoso amarillo parpadea lentamente; período 1 s | El controlador ha notificado una alarma. La unidad inversora continúa en servicio, pero es necesario llevar a cabo trabajos de mantenimiento. El tipo de trabajos de mantenimiento se determina a partir de los textos de advertencia o puede consultarse al servicio técnico de Siemens. |
| "Fallo" (FAULT) | El señalizador luminoso amarillo parpadea rápidamente; período 250 ms | El controlador ha notificado una avería que se confirma automáticamente después de un tiempo de espera si la causa del fallo ya no existe. Después de la confirmación, la unidad inversora arranca de nuevo. |
| | El señalizador luminoso amarillo está encendido de forma permanente | El controlador ha notificado un fallo. Este fallo debe ser subsanado por personal cualificado y luego debe confirmarse manualmente. El inversor SINVERT PVS no está en servicio. Para más detalles, ver el capítulo Avisos de fallo, alarma y del sistema (Página 99) |

8.2 Parámetro

Las funciones de inversor se ajustan a las necesidades concretas de la instalación mediante parámetros. Dichos parámetros están guardados en el software del inversor SINVERT PVS.

- Cada parámetro tiene asignado un número único.
- Mediante el Touch Panel se puede acceder a una gran cantidad de parámetros.
- Algunos parámetros son accesibles únicamente para la comunicación a través de la interfaz Ethernet.

Tipos de parámetros

Se distinguen los siguientes tipos de parámetro:

- Los parámetros de lectura sirven para visualizar el inversor y el usuario no los puede modificar.
- Los parámetros de escritura sirven para ajustar las funciones de inversor y el usuario los puede modificar.

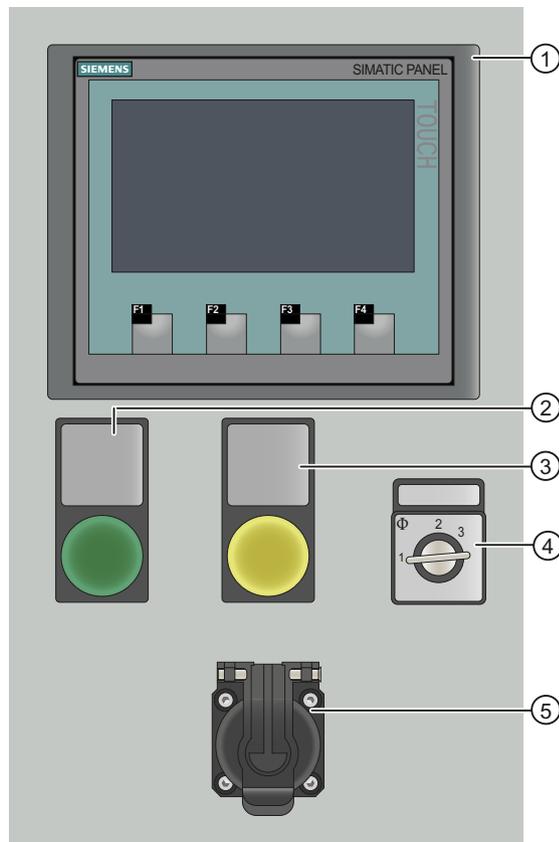
Lista de todos los parámetros

En el "Manual de listas SINVERT PVS" encontrará una lista de todos los parámetros junto con los esquemas de funciones correspondientes (ver también SINVERT Support (<http://www.siemens.com/sinvert-support>)).

8.3 Manejo del inversor a través del panel de mando

Estructura del campo de manejo y visualización

El campo de manejo y visualización del inversor SINVERT PVS situado en la puerta del armario AC del maestro está estructurada como se representa a continuación.



- ① Touch Panel (sólo en el maestro)
- ② Señalizador luminoso verde (indicador de estado)
- ③ Señalizador luminoso amarillo (indicador de aviso de fallo)
- ④ Interruptor de llave
- ⑤ Interfaz de servicio: Industrial Ethernet (sólo en el maestro)

Figura 8-1 Campo de manejo y visualización

Elementos de manejo y visualización

Puede habilitar y bloquear la unidad inversora mediante el interruptor de llave de la puerta del armario eléctrico. Además, los elementos de visualización le indican el estado de la unidad inversora.

Tabla 8- 2 Descripción de los elementos de visualización

| Elemento de visualización | Estado | Descripción |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Señalizador luminoso verde "Servicio" | Apagado | No hay tensión de alimentación en el lado AC en el inversor SINVERT PVS o la Control Unit ha fallado. |
| | Parpadea lentamente; período 1 s | El interruptor de llave no está en la posición "2" o la activación remota en el HMI está "desactivada". La unidad inversora está en el estado operativo "Listo". |
| | Parpadea rápidamente; período 250 ms | La unidad inversora se encuentra en el estado operativo "Servicio". |
| | Está encendido permanentemente | La unidad inversora se encuentra en el estado operativo "Alimentación". La unidad inversora devuelve energía a la red. |
| Señalizador luminoso amarillo "Fallo" | Apagado | No hay fallos, todo correcto. |
| | Parpadea lentamente; período 1 s | La Control Unit ha notificado una alarma. La unidad inversora continúa en servicio, pero es necesario llevar a cabo trabajos de mantenimiento. |
| | Parpadea rápidamente; período 250 ms | La Control Unit ha notificado un fallo que se confirma automáticamente después de un tiempo de espera. Después de la confirmación, la unidad inversora arranca de nuevo. |
| | Está encendido permanentemente | La Control Unit ha notificado un fallo que se debe confirmar manualmente. |

Tabla 8- 3 Descripción de los elementos de manejo

| Elemento de manejo | Posición | Descripción |
|------------------------------|-----------------------------------|--|
| Interruptor de llave "1/2/3" | 1, bloquear | La unidad inversora espera la habilitación. |
| | Transición de 1 a 2 | Pasando de la posición "1" a la posición "2" confirmará manualmente todos los fallos pendientes. |
| | 2, habilitar | La unidad inversora se encuentra en el estado operativo "Servicio" o "Alimentación". |
| | 3, arranque rápido (no encajable) | La unidad inversora realiza una parada rápida. Se cancelan los tiempos de espera estándar después de un fallo. |

8.4 Manejo y visualización del inversor mediante Touch Panel

8.4.1 Introducción

Puede manejar el inversor completo mediante el Touch Panel de la puerta del armario eléctrico.

Además, puede parametrizar el inversor SINVERT PVS mediante el Touch Panel y controlar los datos del inversor.

Para ello, el Touch Panel posee una intuitiva guía de menú.

8.4.2 Esquema de navegación del Touch Panel

La siguiente figura muestra la estructura de navegación del Touch Panel.

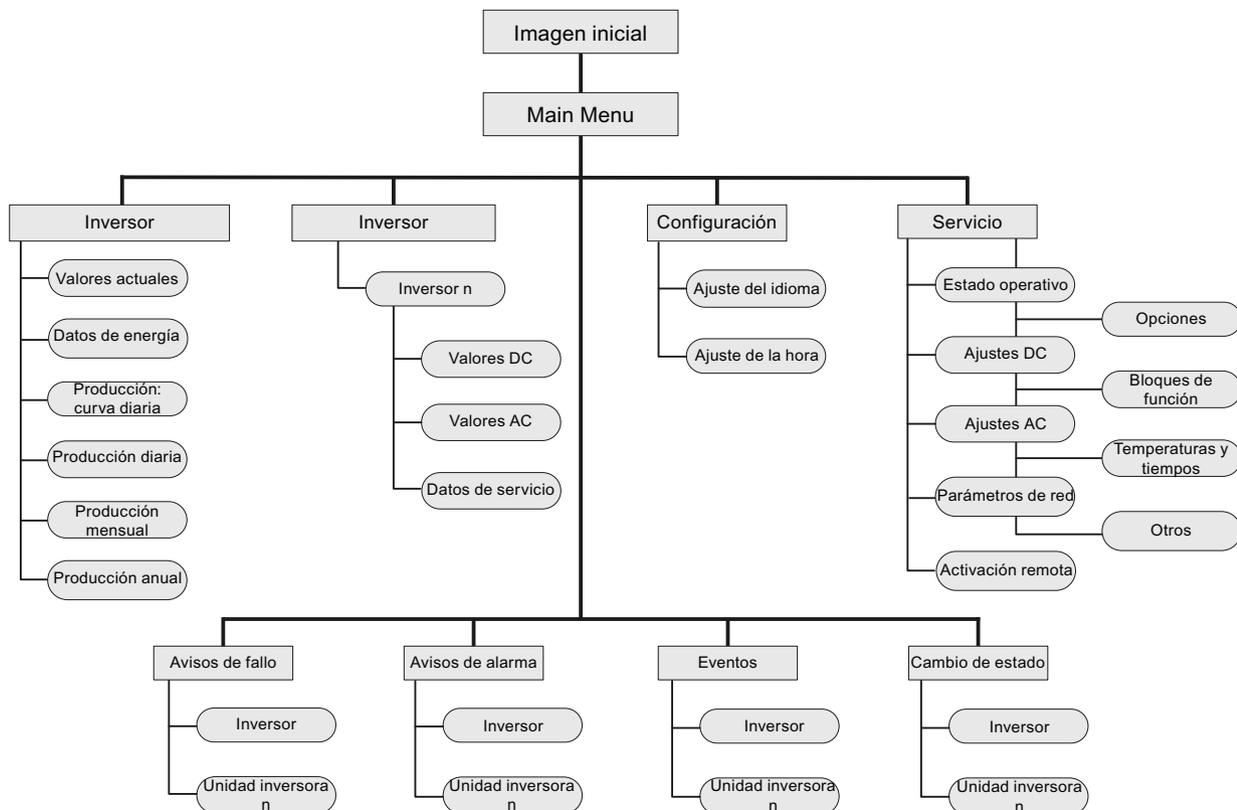


Figura 8-2 Estructura de navegación del Touch Panel

8.4.3 Ventana inicial (indicador de estado)

Después de conectar la tensión de alimentación, primero debe seleccionarse el "idioma". Después aparece la ventana inicial con el indicador de estado.

Ventana inicial (indicador de estado)

La ventana inicial muestra los datos de servicio del inversor SINVERT PVS:

- Potencia actual
- Energía diaria
- Energía total

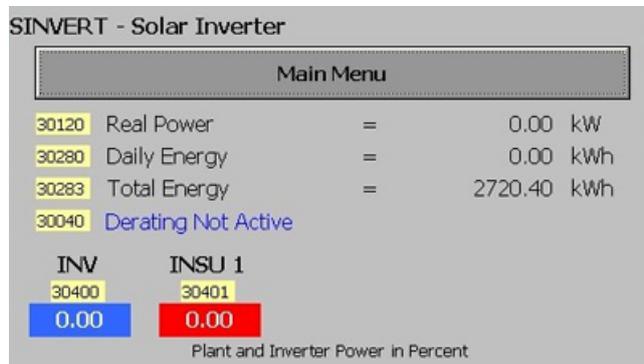


Figura 8-3 Ventana inicial del Touch Panel

Identificación de color para parámetros de lectura y de escritura

Los parámetros visibles en el Touch Panel pueden ser de lectura o también de escritura.

- En el caso de los parámetros de lectura, sus números tienen un fondo amarillo.
- En el caso de los parámetros de escritura, sus números tienen un fondo verde.

Indicador de estado

Los estados operativos del inversor y de las distintas unidades inversoras se indican mediante el color del campo correspondiente.

El significado de los colores está representado en la siguiente tabla.

| Color | Significado | |
|-------|--|--|
| | Inversor (WR) | Unidad inversora (WRT 1/WRT 2...) |
| Azul | Todas las unidades inversoras están apagadas. | La unidad inversora está apagada; no hay avisos de fallo |
| Verde | Como mínimo una unidad inversora actúa como alimentación | Una unidad inversora actúa como alimentación |

| Color | Significado | |
|----------|---|--|
| | Inversor (WR) | Unidad inversora (WRT 1/WRT 2...) |
| Amarillo | Aviso de alarma activo en todas las unidades inversoras; como mínimo una unidad inversora actúa como alimentación | Aviso de alarma activo Unidad inversora actúa como alimentación |
| Rojo | Aviso de fallo; todas las unidades inversoras se han apagado. | Aviso de fallo; una unidad inversora se ha apagado |

8.4.4 Main Menu

Con el botón "Main Menu" de la ventana inicial accederá al menú principal. El menú principal ofrece botones con los que podrá acceder a otros menús.

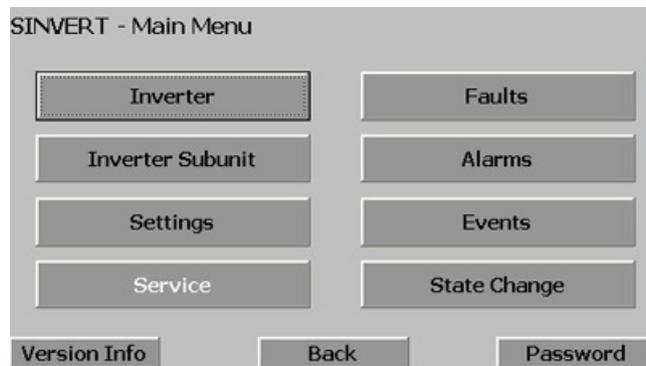


Figura 8-4 Touch Panel: Main Menu

Nivel de acceso y contraseña

Algunos de los submenús y modificaciones de parámetros están protegidos por contraseña. Esto impide que se modifiquen parámetros del equipo sin autorización o accidentalmente. El menú "Servicio" está reservado para el personal de servicio técnico.

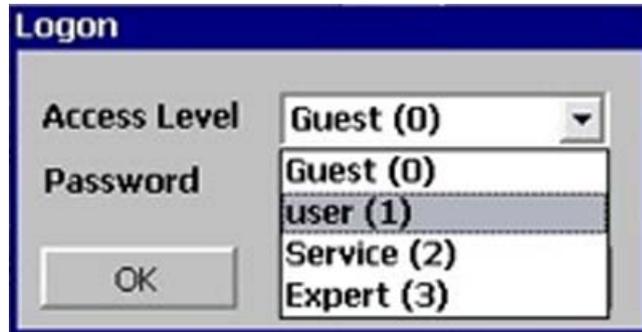
Se dispone de los siguientes niveles de acceso:

| Nivel de acceso | Contraseña | Autorización |
|-----------------|----------------|--|
| Invitado | Sin contraseña | Sólo acceso de lectura a parámetros. |
| Usuario | 1111 | Acceso de lectura a todos los parámetros y acceso de escritura a una parte de los parámetros |

Para el acceso como "Invitado" no es necesario introducir una contraseña.

Procedimiento para introducir el nivel de acceso y la contraseña

1. Haga clic en el botón "Password" del menú principal.
Se muestra la ventana de inicio de sesión.



2. Introduzca el nivel de acceso deseado y, en caso necesario, la correspondiente contraseña.
 - Para no modificar datos accidentalmente, utilice el nivel de acceso "Usuario" únicamente si desea efectuar modificaciones o controlar parámetros ampliados.
 - Modifique los ajustes sólo si está seguro de su significado.
- Después de 15 minutos sin introducir datos, es decir, sin pulsar una tecla, se pasará automáticamente al nivel de acceso más bajo, "Invitado", sin tener en cuenta el nivel de acceso que estaba activo antes.
- Al intentar acceder a un menú protegido, se comprueba el nivel de acceso activado. Si el nivel de acceso necesario no está activo, aparece también la ventana de inicio de sesión.

8.4.5 Indicaciones generales de manejo

El Touch Panel se puede manejar con los botones de las distintas ventanas. Al respecto, deben tenerse en cuenta las siguientes indicaciones generales de manejo.

- Cada ventana del Touch Panel contiene un botón "Atrás" con el que se puede regresar al nivel superior.
- Si hay varias ventanas para un punto de menú, podrá avanzar o retroceder con otros botones.
- Las ventanas que muestran valores actuales o avisos de fallo son de libre acceso.
- Además, el personal autorizado puede controlar y modificar ajustes del sistema, p. ej., con los botones "Configuración" y "Service" del menú principal.

Las ventanas para editar los ajustes del sistema son de acceso protegido y requieren la introducción de una contraseña.

Solamente tiene acceso el personal de servicio técnico autorizado.

8.4.6 Servicio

Las ventanas para editar ajustes del sistema son de acceso protegido. Solamente tiene acceso el personal de servicio técnico autorizado. Véase también el apartado Main Menu (Página 89).

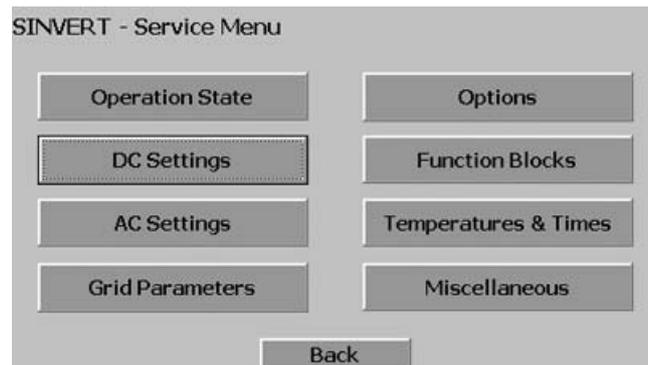


Figura 8-5 Touch Panel: selección de servicio técnico

Con las páginas de servicio técnico, el personal autorizado puede parametrizar el inversor.

Ejemplos:

- Cambio al estado operativo Test por parte del especialista de servicio técnico
- Ajuste de los parámetros para el lado AC y el lado DC
- Definición de las funciones disponibles activando opciones o bloques de función

8.5 Lista de parámetros

8.5.1 Introducción

Las siguientes listas contienen todos los parámetros que pueden modificarse en las páginas de servicio técnico.

Interfaz de parámetros SINVERT PVS

En el manual de listas "Interfaz de parámetros SINVERT PVS" encontrará una lista de todos los parámetros junto con los esquemas de funciones correspondientes (ver SINVERT Support (<http://www.siemens.com/sinvert-support>)).

8.5.2 Estado operativo

| Denominación | Valores posibles | Descripción |
|----------------------------------|------------------|---|
| Modo de servicio | Automático | Funcionamiento normal del inversor |
| | VAS | Verification and Service: servicio para fabricación y pruebas |
| | Test | Modo de test para servicio técnico y desarrollo |
| Conexión de red de media tensión | Off | La conexión de red de media tensión no está disponible. |
| | On | La conexión de red de media tensión está disponible. |

8.5.3 Ajustes DC

| Denominación | Default | Mín. | Máx. | Descripción |
|--|---------|--------|--------|---|
| Tensión mín. de conexión | 600 V | 600 V | 1000 V | Tensión mínima para conectar el inversor |
| Tensión máx. de conexión | 1000 V | 600 V | 1000 V | Tensión máxima para conectar el inversor |
| Tensión mín. para la conexión de los contactores | 500 V | 500 V | 500 V | Tensión mínima para la conexión de los contactores DC |
| Tensión máx. para la conexión de los contactores | 1000 V | 1000 V | 1000 V | Tensión máxima para la conexión de los contactores DC |
| Valor de normalización de la tensión de entrada DC | 1000 V | 1000 V | 1000 V | Valor de normalización de la tensión de entrada DC |
| Tensión DC mín. Verificación de coherencia | 0 V | 0 V | 0 V | Tensión DC mínima para la verificación de coherencia |
| Tensión DC máx. Verificación de coherencia | 1100 V | 1100 V | 1100 V | Tensión DC máxima para la verificación de coherencia |

| Denominación | Default | Mín. | Máx. | Descripción |
|--|---------|--------|--------|---|
| Tensión DC máx. Regulación de la compensación de carga | 750 V | 750 V | 750 V | Tensión DC máxima para la regulación de la compensación de carga |
| Límite de ajuste en % para la regulación de la compensación de carga | 1 % | 1 % | 1 % | Límite de ajuste en % para la regulación de la compensación de carga |
| Búsqueda gruesa: amplitud de salto | 10 V | 10 V | 10 V | Amplitud de salto para la búsqueda MPP gruesa |
| Búsqueda gruesa: Fin del tiempo de amplitud de salto | 10 V | 10 V | 10 V | Fin del tiempo de amplitud de salto para la búsqueda MPP gruesa |
| Búsqueda fina: amplitud de salto 1 | 4 V | 4 V | 4 V | Amplitud de salto 1 para la búsqueda MPP fina |
| Búsqueda fina: amplitud de salto 2 | 2,5 V | 2,5 V | 2,5 V | Amplitud de salto 2 para la búsqueda MPP fina |
| Salto hacia atrás Detección de oscurecimiento | 40 V | 40 V | 40 V | Amplitud de salto hacia atrás en la búsqueda MPP gruesa, en caso de detección de oscurecimiento |
| Búsqueda gruesa: fin con porcentaje | 95 | 95 | 95 | Búsqueda MPP gruesa: fin con porcentaje |
| Pasos de búsqueda hasta salto hacia atrás | 5 | 5 | 5 | Cantidad de pasos en la búsqueda MPP hasta salto hacia atrás |
| Corriente MPP máx. | 1000 A | 1 A | 1000 A | Corriente MPP máxima |
| Corriente DC mín. Verificación de coherencia | 0 A | 0 A | 0 A | Corriente DC mínima para la verificación de coherencia |
| Corriente DC máxima Verificación de coherencia | 1200 A | 1200 A | 1200 A | Corriente DC máxima para la verificación de coherencia |
| Valor de normalización de la corriente DC | 120 A | 120 A | 120 A | Valor de normalización de la corriente DC |
| Corriente de entrada DC mín. Verificación de coherencia | 0 A | 0 A | 0 A | Corriente de entrada DC mínima para la verificación de coherencia |
| Corriente de entrada DC máx. Verificación de coherencia | 400 A | 400 A | 400 A | Corriente de entrada DC máxima para la verificación de coherencia |
| Valor de normalización de la corriente de entrada DC | 400 A | 400 A | 400 A | Valor de normalización de la corriente de entrada DC |
| Equilibrio: desviación de intensidad | 50 A | 50 A | 50 A | Equilibrio: desviación de intensidad |
| Corriente de tierra máx. Verificación de coherencia | 0,8 A | 0,8 A | 0,8 A | Corriente de tierra máxima para la verificación de coherencia |
| Valor de normalización de la corriente de tierra | 0,1 A | 0,1 A | 0,1 A | Valor de normalización de la corriente de tierra |

8.5.4 Ajustes AC

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|----------------------------------|---------|-------|-------|
| Tensión nominal PAC: fase-fase | 400 V | 400 V | 400 V |
| Tensión nominal PAC: fase-neutro | 230 V | 230 V | 230 V |
| Tensión nominal VSM: fase-fase | 288 V | 288 V | 288 V |

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|---|---------|--------|--------|
| Corriente AC mín. Verificación de coherencia | -200 A | -200 A | -200 A |
| Corriente AC máx. Verificación de coherencia | 900 A | 900 A | 900 A |
| Potencia nominal AC del inversor | 500 kW | 500 kW | 500 kW |
| Consigna de potencia para derating de temperatura | 400 kW | 400 kW | 400 kW |
| Límite de desconexión unidad inversora | 2 % | -10 % | 10 % |
| Límite de conexión inversor | 60 % | 0 % | 80 % |
| Límite de desconexión inversor | 75 % | 0 % | 75 % |
| Límite de conexión Multi-MPP Tracking | 0,5 % | 0,5 % | 0,5 % |
| Límite de desconexión Multi-MPP Tracking | 0,6 % | 0,6 % | 0,6 % |

8.5.5 Parámetros de red

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|--|---------|---------|---------|
| Tolerancia de red Sobretensión Factor 1 | 114,782 | 100 | 150 |
| Tolerancia de red Sobretensión Factor 2 | 130 | 100 | 150 |
| Tolerancia de red Subtensión Factor 1 | 80 | 10 | 100 |
| Tolerancia de red Subtensión Factor 2 | 56,62 | 10 | 100 |
| Regulación de tensión Fase-neutro Tolerancia hacia arriba | 10 | 10 | 10 |
| Regulación de tensión Fase-neutro Tolerancia hacia abajo | 10 | 10 | 10 |
| Tolerancia de red Sobretensión Tiempo 1 | 200 ms | 0 ms | 5000 ms |
| Tolerancia de red Sobretensión Tiempo 2 | 20 ms | 0 ms | 5000 ms |
| Tolerancia de red Subtensión Tiempo 1 | 200 ms | 0 ms | 5000 ms |
| Tolerancia de red Subtensión Tiempo 2 | 20 ms | 0 ms | 5000 ms |
| Tolerancia de red Sobrefrecuencia Factor 1 | 100,4 | 100 | 150 |
| Tolerancia de red Sobrefrecuencia Factor 2 | 100,4 | 100 | 150 |
| Tolerancia de red Subfrecuencia Factor 1 | 95 | 10 | 100 |
| Tolerancia de red Subfrecuencia Factor 2 | 95 | 10 | 100 |
| Regulación de frecuencia Límite | 50,2 Hz | 50,2 Hz | 50,2 Hz |
| Regulación de frecuencia Gradiente | 0,4 % | 0,4 % | 0,4 % |
| Tolerancia de red Sobrefrecuencia Tiempo 1 | 200 ms | 0 ms | 5000 ms |
| Tolerancia de red Sobrefrecuencia Tiempo 2 | 200 ms | 0 ms | 5000 ms |
| Tolerancia de red Subfrecuencia Tiempo 1 | 200 ms | 0 ms | 5000 ms |
| Tolerancia de red Subfrecuencia Tiempo 2 | 200 ms | 0 ms | 500 ms |

8.5.6 Opciones

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|---|---------|------|------|
| Opción 1000 V | Off | Off | On |
| Medición de la corriente de entrada | On | Off | On |
| Medición de la tensión de entrada | On | Off | On |
| Medición de aislamiento | Off | Off | On |
| Utilización de valores analógicos de aislamiento | Off | Off | On |
| Comprobación de aislamiento de los contactores DC | On | Off | On |
| Detección de oscurecimiento | Off | Off | On |
| Puesta a tierra campo FV | Off | Off | On |
| Medida de temperatura exterior | Off | Off | On |
| Conectar todos los ventiladores | Off | Off | On |
| Ventiladores con control de velocidad | Off | Off | On |
| Regulación cos phi | On | Off | On |
| Regulación de potencia reactiva | Off | Off | On |
| Medición de tensión con TM31 | Off | Off | On |

8.5.7 Bloques de función

En el manual de listas "Interfaz de parámetros SINVERT PVS" encontrará una lista de todos los bloques de función (ver SINVERT Support (<http://www.siemens.com/sinvert-support>)).

8.5.8 Temperaturas y tiempos

| ATENCIÓN |
|--|
| En caso de modificaciones, todos los tiempos deben introducirse en ms con el teclado numérico. |

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|--|--------------------|------|------------------|
| Tiempo de marcha en inercia del ventilador | 300000 ms = 5 min | 0 ms | 7200000 ms = 2 h |
| Tiempo de marcha en inercia del ventilador tras alarma | 900000 ms = 15 min | 0 ms | 7200000 ms = 2 h |
| Tiempo de marcha en inercia del ventilador tras fallo | 3600000 ms = 1 h | 0 ms | 7200000 ms = 2 h |

8.5 Lista de parámetros

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|--|---------------------|--------------------|---------------------|
| Señalizador luminoso: parpadeo lento en funcionamiento normal | 1000 ms = 1 s | 0 ms | 10000 ms = 10 s |
| Señalizador luminoso: parpadeo rápido en funcionamiento normal | 500 ms | 0 ms | 10000 ms = 10 s |
| Señalizador luminoso: parpadeo lento tras alarma | 1000 ms = 1 s | 0 ms | 10000 ms = 10 s |
| Señalizador luminoso: parpadeo rápido tras alarma | 500 ms | 0 ms | 10000 ms = 10 s |
| Latencia mín. del rearmado WRE | 60000 ms = 1 min | 0 ms | 300000 ms = 5 min |
| Latencia máx. del rearmado WRE | 300000 ms = 5 min | 0 ms | 300000 ms = 5 min |
| Búsqueda gruesa Tiempo de amplitud de salto | 2000 ms = 2 s | 2000 ms = 2 s | 2000 ms = 2 s |
| Fin de la búsqueda gruesa: tiempo de amplitud de salto | 1000 ms = 1 s | 1000 ms = 1 s | 1000 ms = 1 s |
| Búsqueda fina: tiempo de amplitud de salto | 1500 ms = 1,5 s | 1500 ms = 1,5 s | 1500 ms = 1,5 s |
| Oscurecimiento del tiempo de amplitud de salto | 4000 ms = 4 s | 4000 ms = 4 s | 4000 ms = 4 s |
| Tiempo de rearmado tras oscurecimiento | 4000 ms = 4 s | 4000 ms = 4 s | 4000 ms = 4 s |
| Tiempo de reseteo del contactor de aislamiento | 1800000 ms = 30 min | 600000 ms = 10 min | 3000000 ms = 50 min |
| Tiempo de medición aislamiento | 600000 ms = 10 min | 300000 ms = 5 min | 900000 ms = 15 min |
| Latencia de conmutación de aislamiento | 60000 ms = 1 min | 60000 ms = 1 min | 180000 ms = 3 min |
| Tiempo de respuesta de contactor | 3000 ms = 3 s | 3000 ms = 3 s | 3000 ms = 3 s |
| Magnetización de transformador Tiempo 1 | 150 ms | 150 ms | 150 ms |
| Magnetización de transformador Tiempo 2 | 150 ms | 150 ms | 150 ms |
| Equilibrio: retardo de alarma | 30000 ms = 30 s | 30000 ms = 30 s | 30000 ms = 30 s |
| Retardo de desconexión Interruptor automático MS | 180000 ms = 3 min | 180000 ms = 3 min | 180000 ms = 3 min |
| Temperatura de conexión del ventilador | 55 °C | 0 °C | 60 °C |
| Ventilador Diferencia de temperatura 1 | 2 °C | 2 °C | 2 °C |
| Ventilador Diferencia de temperatura 2 | 4 °C | 4 °C | 4 °C |
| Ventilador Diferencia de temperatura 3 | 6 °C | 6 °C | 6 °C |

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|---|---------|---------|---------|
| Ventilador Diferencia de temperatura 4 | 8 °C | 8 °C | 8 °C |
| Ventilador Diferencia de temperatura 5 | 10 °C | 10 °C | 10 °C |
| Límite de temperatura de alarma Aire de entrada ALM | 70 °C | 70 °C | 70 °C |
| Límite de temperatura de alarma Disipador ALM | 70 °C | 70 °C | 70 °C |
| Límite de temperatura de alarma Contenedor | 60 °C | 60 °C | 60 °C |
| Límite de temperatura de fallo Aire de entrada ALM | 80 °C | 80 °C | 80 °C |
| Límite de temperatura de fallo Disipador ALM | 80 °C | 80 °C | 80 °C |
| Límite de temperatura para derating de temperatura | 50,2 °C | 50,2 °C | 50,2 °C |
| Temperatura mín. aire de entrada Verificación de coherencia | -50 °C | -50 °C | -50 °C |
| Temperatura máx. del aire de entrada Verificación de coherencia | 100 °C | 100 °C | 100 °C |

8.5.9 Otros

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|---|---------|---------|-------|
| Consigna adicional tensión DC | 100 V | -200 V | 150 V |
| Consigna adicional potencia reactiva | 0 var | 0 var | 0 var |
| Consigna de límite de intensidad ALM | -960 A | -1000 A | -1 A |
| Número de módulos de ventilador | 1 | 1 | 50 |
| Factor de división de tensión (resistencia 1000 V) | 1,429 | 0 | 5 |
| Número de inversores en la unidad inversora | 1 | 1 | 4 |
| Contactores DC por inversor | 3 | 3 | 3 |
| Número de comprobaciones de contactor DC de aislamiento por día | 3 | 0 | 5 |
| Valor mín. de resistencia de aislamiento Verificación de coherencia | 0 | 0 | 0 |
| Valor máx. de resistencia de aislamiento Verificación de coherencia | 11000 | 11000 | 11000 |
| Modo de servicio del cálculo de datos de energía | 0 | 0 | 0 |
| Modo de servicio del bloque de función Señal acústica | 2 | 2 | 2 |
| Modo de servicio de la regulación de tensión de red | 0 | 0 | 0 |
| Consigna cos phi | 1 | 1 | 1 |
| Consigna mín. cos phi | -0,2 | -0,2 | -0,2 |

| Denominación | Default | Mín. | Máx. |
|---|---------|-------|-------|
| Consigna máx. cos phi | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Tensión nominal de media tensión | 20 kV | 20 kV | 20 kV |
| Valor por impulso de contador | 1 | 1 | 1 |
| Magnetización de transformador inversor 1 | Off | Off | On |
| Magnetización de transformador inversor 2 | Off | Off | On |
| Magnetización de transformador inversor 3 | Off | Off | On |
| Magnetización de transformador inversor 4 | Off | Off | On |
| Activación remota inversor 1 | On | Off | On |
| Activación remota inversor 2 | On | Off | On |
| Activación remota inversor 3 | On | Off | On |
| Activación remota inversor 4 | On | Off | On |
| Arranque rápido remoto inversor 1 | Off | Off | On |
| Arranque rápido remoto inversor 2 | Off | Off | On |
| Arranque rápido remoto inversor 3 | Off | Off | On |
| Arranque rápido remoto inversor 4 | Off | Off | On |

8.6 Función de parada rápida

La "función de parada rápida" del inversor PVS permite la desconexión rápida de la red AC en caso de avería o emergencia (p. ej. en caso de fallo de funcionamiento de un componente, temperaturas demasiado altas, etc.).

Al dispararse la función de parada rápida se interrumpe la inyección de energía a red.

| |
|--|
|  ADVERTENCIA |
| <p>Tensiones peligrosas en el armario tras la activación de la parada rápida</p> <p>Después de activarse la función de parada rápida, el sistema continúa bajo tensión. Siguen existiendo tensiones peligrosas en los armarios.</p> |

Procedimiento y medidas adicionales

1. En caso de avería debe accionarse el interruptor de parada rápida, que se habrá instalado previamente en un lugar apropiado (ver también el capítulo Función de parada rápida (Página 71)).
2. Poner fuera de servicio el sistema (ver el capítulo Puesta fuera de servicio de todo el inversor (Página 81))
3. Eliminar el fallo
4. Desenclavar el pulsador de parada rápida
5. Realizar la puesta en marcha (ver el capítulo Puesta en marcha del inversor (Página 74))

Avisos de fallo, alarma y del sistema

9.1 Avisos de fallo

Visualización de los avisos de fallo

Los avisos de fallo se muestran en el Touch Panel acompañados de los siguientes datos:

- Momento en que se produjo el fallo
- Texto del fallo
- Número de fallo
- Valor de fallo
- Estado de fallo

Avisos de fallo del inversor

La siguiente tabla muestra los fallos del inversor que se visualizan en el Touch Panel.

Tabla 9- 1 Avisos de fallo del inversor

| Número de fallo | Origen del fallo | Texto del fallo | Acuse del fallo |
|-----------------|---------------------------------|---|--------------------------|
| 1 | Rapid Stop | Rapid Stop triggered | Manual |
| 21 | Plausibility Check | Iso Resistor Value < Iso Resistor Value Min | Automático ¹⁾ |
| 22 | Plausibility Check | Iso Resistor Value > Iso Resistor Value Max | Automático ¹⁾ |
| 23 | Plausibility Check | Grounding Current < Grounding Current Min | Automático ¹⁾ |
| 24 | Plausibility Check | Grounding Current > Grounding Current Max | Automático ¹⁾ |
| 31 | Feedback Signal Monitoring | DC Grounding Switch feedback fault | Manual |
| 41 | Memory Check | Memory Fault - FBMemoryCheck | Manual |
| 42 | Memory Check | Memory Fault - FBGridMonitoring | Manual |
| 43 | Memory Check | Memory Fault - FBAntislanding | Manual |
| 51 | Low Voltage Ride Through (LRVT) | Low Voltage Ride Through times error | Automático ¹⁾ |

¹⁾ Acuse automático del fallo al cabo de 3 minutos.

Avisos de fallo de la unidad inversora

La siguiente tabla muestra los fallos de la unidad inversora que se visualizan en el Touch Panel.

Tabla 9- 2 Avisos de fallo

| Número de fallo | Origen del fallo | Texto del fallo | Acuse del fallo |
|-----------------|---------------------|--|--------------------------|
| 11 | Grid Monitoring | Line to Neutral low voltage trip | Automático ¹⁾ |
| 12 | Grid Monitoring | Line to Neutral high voltage trip | Automático ¹⁾ |
| 13 | Grid Monitoring | Line to Line low voltage trip | Automático ¹⁾ |
| 14 | Grid Monitoring | Line to Line high voltage trip | Automático ¹⁾ |
| 15 | Grid Monitoring | Low Frequency trip | Automático ¹⁾ |
| 16 | Grid Monitoring | High Frequency trip | Automático ¹⁾ |
| 17 | Grid Monitoring | Line to Line low filter voltage trip | Automático ¹⁾ |
| 18 | Grid Monitoring | Line to Line high filter voltage trip | Automático ¹⁾ |
| 19 | Grid Monitoring | Open phase condition detected | Automático ¹⁾ |
| 20 | Grid Monitoring | 10 Minute overvoltage grid fault | Automático ¹⁾ |
| 21 | Chopper Test | Precharge resistor chopper test fault | Automático ¹⁾ |
| 32 | Peripheral faults | Reactor temperature fault | Automático ²⁾ |
| 33 | Peripheral faults | Miniature circuit breaker blown | Manual |
| 34 | Peripheral faults | DC precharge resistor overtemperature | Automático ¹⁾ |
| 41 | Plausibility Check | DC Link Current < DC Link Current Min | Automático ¹⁾ |
| 42 | Plausibility Check | DC Link Current > DC Link Current Max | Automático ¹⁾ |
| 43 | Plausibility Check | DC Current Input x < DC Current InputMin | Automático ¹⁾ |
| 44 | Plausibility Check | DC Current Input x > DC Current InputMax | Automático ¹⁾ |
| 45 | Plausibility Check | AC Current Phase x < AC Current PhaseMin | Automático ¹⁾ |
| 46 | Plausibility Check | AC Current Phase x > AC Current PhaseMax | Automático ¹⁾ |
| 47 | Plausibility Check | Supply Air Temp < Supply Air Temp Min | Automático ¹⁾ |
| 48 | Plausibility Check | Supply Air Temp > Supply Air Temp Max | Automático ¹⁾ |
| 49 | Plausibility Check | DC Input Currents > DC Link Current | Automático ¹⁾ |
| 50 | Plausibility Check | DC Link Current > DC Input Currents | Automático ¹⁾ |
| 51 | Plausibility Check | DC Voltage Input x < DC Voltage InputMin | Automático ¹⁾ |
| 52 | Plausibility Check | DC Voltage Input x > DC Voltage InputMax | Automático ¹⁾ |
| 61 | Feedback Monitoring | AC Contactor feedback fault | Manual |
| 62 | Feedback Monitoring | DC precharge resistor contactor 1 | Manual |
| 63 | Feedback Monitoring | DC precharge resistor contactor 2 | Manual |
| 64 | Feedback Monitoring | DC precharge resistor contactor 3 | Manual |
| 71 | Sinamics Monitoring | Sinamics power stack fault | Automático ¹⁾ |
| 72 | Sinamics Monitoring | Sinamics control unit fault | Automático ¹⁾ |

¹⁾ Acuse automático del fallo al cabo de 3 minutos.

²⁾ Acuse automático del fallo al cabo de 15 minutos.

9.2 Subsanación de fallos

Avisos de fallo para el inversor

En este apartado encontrará todos los avisos de fallo del inversor, así como su descripción, posibles causas y posibles remedios. Los siguientes datos se muestran en forma de tabla para cada uno de los avisos de fallo:

| Número de fallo 1 – RapidStop – Rapid Stop triggered | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una solicitud de parada rápida del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Rotura de hilo de la señal de parada rápida • Se ha pulsado el interruptor de parada rápida |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • En caso de rotura de hilo, sustituya el cable dañado y acuse el fallo. • Después de aclarar por qué se ha pulsado el interruptor de parada rápida, desenchávelo y acuse manualmente el fallo en el inversor. |

| Número de fallo 21 – Plausibility Check – Iso Resistor Value < Iso Resistor Value Min | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit ha detectado una resistencia negativa del medidor de aislamiento. |
| Causas posibles | Conexión incorrecta del medidor de aislamiento |
| Medidas | Revise el cableado del medidor de aislamiento. |

| Número de fallo 22 – Plausibility Check – Iso Resistor Value > Iso Resistor Value Max | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una resistencia excesiva del medidor de aislamiento. |
| Causas posibles | Conexión incorrecta del medidor de aislamiento |
| Medidas | Revise el cableado del medidor de aislamiento. |

| Número de fallo 23 – Plausibility Check – Grounding Current < Grounding Current Min | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una corriente de puesta a tierra demasiado baja. |
| Causas posibles | Conexión incorrecta del transformador de medida de corriente para medición de la corriente de puesta a tierra |
| Medidas | Revise el cableado del transformador de medida de corriente para medición de la corriente de puesta a tierra. |

| Número de fallo 24 – Plausibility Check – Grounding Current > Grounding Current Max | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una corriente de puesta a tierra demasiado alta. |
| Causas posibles | Conexión incorrecta del transformador de medida de corriente para medición de la corriente de puesta a tierra |
| Medidas | Revise el cableado del transformador de medida de corriente para medición de la corriente de puesta a tierra. |

| Número de fallo 31 – Feedback Signal Monitoring – DC Grounding Switch feedback fault | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de respuesta del contactor DC de puesta a tierra. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Los contactos del contactor están atascados • La bobina del contactor está averiada • Rotura de hilo en el cable de la señal de respuesta del contactor |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Busque posibles defectos en el contactor. • Revise el cableado de la señal de respuesta del contactor. |

| Número de fallo 41 – Memory Check - Memory Fault - FBMemoryCheck | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo interno de memoria de la Control Unit en el bloque FBMemoryCheck. |
| Causas posibles | Fallo interno |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de fallo 42 – Memory Check - Memory Fault - FBGridMonitoring | |
|--|--|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo interno de memoria de la Control Unit en el bloque FBGrid Monitoring. |
| Causas posibles | Fallo interno |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de fallo 43 – Memory Check - Memory Fault - FBAntiIslanding | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo interno de memoria de la Control Unit en el bloque FBAnti Islanding. |
| Causas posibles | Fallo interno |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de fallo 51 – Low Voltage Ride Through (LVRT) - Low Voltage Ride Through times error | |
|--|---|
| Descripción | La Control Unit se ha desconectado porque se ha superado el tiempo de LVRT. |
| Causas posibles | Caída de tensión de red durante un intervalo de tiempo superior al admisible |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Compruebe si existe de nuevo tensión de red trifásica. • Acuse el fallo. |

Avisos de fallo para la unidad inversora

En este apartado encontrará todos los avisos de fallo para la unidad inversora, así como su descripción, posibles causas y posibles remedios. Los siguientes datos se muestran en forma de tabla para cada uno de los avisos de fallo:

| Número de fallo 11 - Grid Monitoring - Line to Neutral low voltage trip | |
|--|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una tensión de línea (P2N) demasiado baja en la salida AC del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Fallo de la red en al menos una de las fases • Subtensión de red en al menos una de las fases • Se ha disparado el interruptor automático en la salida AC del inversor • Falta neutro de Sentron PAC4200 • Ajuste erróneo de los parámetros |
| Medidas | <p>Proceda según convenga en función del origen del fallo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vuelva a cerrar el interruptor automático una vez aclarado el origen del fallo. • Conecte el neutro del Sentron PAC3200. • En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 12 - Grid Monitoring - Line to Neutral high voltage trip | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una tensión de línea (P2N) demasiado alta en la salida AC del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Sobretensión de red en al menos una de las fases • Ajuste erróneo de los parámetros |
| Medidas | En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 13 - Grid Monitoring - Line to Line low voltage trip | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una tensión de fase (P2P) demasiado baja en la salida AC del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Fallo de la red en al menos una de las fases • Subtensión de red en al menos una de las fases • Se ha disparado el interruptor automático en la salida AC del inversor • Ajuste erróneo de los parámetros |
| Medidas | Proceda según convenga en función del origen del fallo: <ul style="list-style-type: none"> • Vuelva a cerrar el interruptor automático una vez aclarado el origen del fallo. • En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 14 - Grid Monitoring - Line to Line high voltage trip | |
|--|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una tensión de fase demasiado alta en la salida AC del inversor. |
| Causas posibles | Sobretensión de red en al menos una de las fases |
| Medidas | En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 15 - Grid Monitoring – Low Frequency trip | |
|--|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una frecuencia de red demasiado baja en la salida AC del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Fallo de red de la compañía eléctrica • Se ha disparado el interruptor automático en la salida AC del inversor • Ajuste erróneo de los parámetros |
| Medidas | Proceda según convenga en función del origen del fallo: <ul style="list-style-type: none"> • Vuelva a cerrar el interruptor automático una vez aclarado el origen del fallo. • En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 16 - Grid Monitoring - High Frequency trip | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una frecuencia de red demasiado alta en la salida AC del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Fallo de red de la compañía eléctrica • Ajuste erróneo de los parámetros |
| Medidas | En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 17 - Grid Monitoring - Line to Line low filter voltage trip | |
|--|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una tensión de fase demasiado baja en el filtro de salida AC del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Fallo de la red en al menos una de las fases • Subtensión de red en al menos una de las fases • Se ha disparado el interruptor automático en la salida AC del inversor • Ajuste erróneo de los parámetros |
| Medidas | <p>Proceda según convenga en función del origen del fallo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vuelva a cerrar el interruptor automático una vez aclarado el origen del fallo. • En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 18 - Grid Monitoring - Line to Line high filter voltage trip | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una tensión de fase demasiado alta en el filtro de salida AC del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Sobretensión de red en al menos una de las fases • Ajuste erróneo de los parámetros |
| Medidas | En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 19 - Grid Monitoring – Open phase condition detected | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de red monofásico en la salida AC del inversor. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Fallo de red de la compañía eléctrica • Se ha disparado el interruptor automático en la salida AC del inversor |
| Medidas | Vuelva a cerrar el interruptor automático una vez aclarado el origen del fallo. |

| Número de fallo 20 - Grid Monitoring – 10 Minute overvoltage grid fault | |
|--|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un valor medio en 10 minutos demasiado alto de la tensión AC. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Fallo de red de la compañía eléctrica • Ajuste erróneo de los parámetros |
| Medidas | En caso necesario, modifique los ajustes de los parámetros. |

| Número de fallo 21 - Chopper Test – Precharge resistor chopper test fault | |
|--|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una solicitud de desconexión del inversor debido a un fallo de sobrettemperatura en las resistencias de precarga DC para la opción D61 (opción de 1000 V). |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Rotura de hilo de la señal de fallo de temperatura • Sobrettemperatura en el sensor de temperatura |
| Medidas | <ol style="list-style-type: none"> 1. En caso de rotura de hilo, sustituya el cable dañado y acuse el fallo. 2. Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de fallo 32 – Peripheral Faults – Reactor Temperature Fault | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de temperatura de la bobina ($T \geq 180 \text{ }^{\circ}\text{C}$). |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Rotura de hilo de la señal de aviso de sobrettemperatura • Avería de los ventiladores de la bobina • La abertura de ventilación de la bobina está tapada |
| Medidas | <p>Proceda según convenga en función del origen del fallo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En caso de rotura de hilo, sustituya el cable dañado y acuse el fallo. • Sustituya los ventiladores de la bobina. • Destape la abertura de ventilación del inversor. |

| Número de fallo 33 – Peripheral Faults – Miniature Circuit Braker Blown | |
|--|---|
| Descripción | La Control Unit detecta que se ha disparado al menos un automático magnetotérmico. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Rotura de hilo de la señal de un automático magnetotérmico • Se ha disparado al menos un automático magnetotérmico |
| Medidas | <p>Proceda según convenga en función del origen del fallo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En caso de rotura de hilo, sustituya el cable cortado y acuse el fallo. • Averigüe por qué se ha disparado uno de los automáticos magnetotérmicos y acuse el fallo. |

| Número de fallo 34 – Peripheral Faults – DC precharge resistor overtemperature | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de temperatura de las resistencias de precarga ($T \geq 200 \text{ }^\circ\text{C}$) de la opción D61 (opción de 1000 V). |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Rotura de hilo de la señal de aviso de sobrettemperatura • Sobrettemperatura de las resistencias de precarga con el inversor conectado |
| Medidas | Proceda según convenga en función del origen del fallo: <ul style="list-style-type: none"> • En caso de rotura de hilo, sustituya el cable dañado y acuse el fallo. • Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de fallo 41 – Plausibility Check – DC Link Current < DC Link Current Min | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una intensidad de circuito intermedio demasiado baja. |
| Causas posibles | Cortocircuito en el campo FV |
| Medidas | Compruebe si existe un cortocircuito en el campo FV. |

| Número de fallo 42 – Plausibility Check – DC Link Current > DC Link Current Max | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una intensidad de circuito intermedio demasiado alta. |
| Causas posibles | Interconexión incorrecta de los módulos fotovoltaicos |
| Medidas | Compruebe la configuración del campo FV. |

| Número de fallo 43 – Plausibility Check – DC Current Input x < DC Current Input Min | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una corriente de entrada DC demasiado baja en una de las entradas DC. |
| Causas posibles | Cortocircuito en el campo FV |
| Medidas | Compruebe si existe un cortocircuito en el campo FV. |

| Número de fallo 44 – Plausibility Check – DC Current Input x > DC Current Input Max | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una corriente de entrada DC demasiado alta en una de las entradas DC. |
| Causas posibles | Interconexión incorrecta de los módulos fotovoltaicos |
| Medidas | Compruebe la configuración del campo FV. |

| Número de fallo 45 – Plausibility Check – AC Current Phase x < AC Current PhaseMin | |
|--|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una intensidad de fase AC demasiado baja. |
| Causas posibles | Conexión incorrecta de los transformadores de medida de corriente en la salida AC del inversor |
| Medidas | Revise el cableado de los transformadores de medida. |

| Número de fallo 46 – Plausibility Check – AC Current Phase x > AC Current PhaseMax | |
|--|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una intensidad de fase AC demasiado alta. |
| Causas posibles | Cortocircuito en el lado de salida AC del inversor o en la red de alimentación |
| Medidas | Compruebe la configuración del interruptor automático en la salida AC del inversor. |

| Número de fallo 47 – Plausibility Check – Supply Air Temp < Supply Air Temp Min | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una temperatura de aire de entrada demasiado baja. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Conexión incorrecta del sensor de temperatura de aire de entrada del inversor • Temperatura del aire de entrada fuera de tolerancia |
| Medidas | Revise el cableado del sensor que mide la temperatura del aire de entrada. |

| Número de fallo 48 – Plausibility Check – Supply Air Temp > Supply Air Temp Max | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una temperatura de aire de entrada demasiado alta. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Conexión incorrecta del sensor de temperatura de aire de entrada del inversor • Temperatura del aire de entrada fuera de tolerancia |
| Medidas | Revise el cableado del sensor que mide la temperatura del aire de entrada. |

| Número de fallo 49 – Plausibility Check – DC Input Currents > DC Link Current | |
|---|--|
| Descripción | Según la medición, la suma de las intensidades de entrada de las tres entradas es mayor que la intensidad del circuito intermedio. |
| Causas posibles | Avería del medidor de corriente |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de fallo 50 – Plausibility Check – DC Link Current > DC Input Currents | |
|---|---|
| Descripción | Según la medición, la suma de las intensidades de las tres entradas es menor que la intensidad del circuito intermedio. |
| Causas posibles | Avería del medidor de corriente |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de fallo 51 – Plausibility Check – DC Voltage Input x < DC Voltage InputMin | |
|--|---|
| Descripción | La Control Unit detecta una tensión de entrada DC demasiado baja en una de las entradas. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Error de polaridad en al menos una entrada del campo FV • Conexión incorrecta de la opción de medición de tensión de entrada DC |
| Medidas | Proceda según convenga en función del origen del fallo: <ul style="list-style-type: none"> • Revise la conexión del campo FV a la entrada del inversor. • Revise el cableado de la opción de medición de tensión de entrada DC. |

| Número de fallo 52 – Plausibility Check – DC Voltage Input x > DC Voltage InputMax | |
|--|--|
| Descripción | La Control Unit detecta una tensión de entrada DC demasiado alta en una de las entradas. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Configuración de campo FV incorrecta • Conexión incorrecta de la opción de medición de tensión de entrada DC |
| Medidas | Proceda según convenga en función del origen del fallo: <ul style="list-style-type: none"> • Revise el cableado de los módulos y cadenas FV. • Revise el cableado de la opción de medición de tensión de entrada DC. |

| Número de fallo 61 – Feedback Monitoring – AC Contactor feedback fault | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de respuesta del contactor AC. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Los contactos del contactor AC están atascados • La bobina del contactor AC está averiada • Rotura del cable de la señal de respuesta del contactor AC |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Busque posibles fallos en el contactor AC. • Revise el cableado de la señal de respuesta del contactor AC. |

| Número de fallo 62 – Feedback Monitoring – DC precharge resistor contactor 1 | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de respuesta del contactor de la resistencia de precarga DC 1. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Los contactos del contactor están atascados • La bobina del contactor está averiada • Rotura de hilo en el cable de la señal de respuesta del contactor |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Busque posibles defectos en el contactor. • Revise el cableado de la señal de respuesta del contactor. |

| Número de fallo 63 – Feedback Monitoring – DC precharge resistor contactor 2 | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de respuesta del contactor de la resistencia de precarga DC 2. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Los contactos del contactor están atascados • La bobina del contactor está averiada • Rotura de hilo en el cable de la señal de respuesta del contactor |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Busque posibles defectos en el contactor. • Revise el cableado de la señal de respuesta del contactor. |

| Número de fallo 64 – Feedback Monitoring – DC precharge resistor contactor 3 | |
|---|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de respuesta del contactor de la resistencia de precarga DC 3. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Los contactos del contactor están atascados • La bobina del contactor está averiada • Rotura de hilo en el cable de la señal de respuesta del contactor |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Busque posibles defectos en el contactor. • Revise el cableado de la señal de respuesta del contactor. |

| Número de fallo 71 – Sinamics Monitoring – Sinamics power stack fault | |
|--|---|
| Descripción | La Control Unit detecta un fallo de la etapa de potencia o de la Control Unit. |
| Causas posibles | Fallo interno |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens indicando el valor de fallo. |

| Número de fallo 72 – Sinamics Monitoring – Sinamics control unit fault | |
|---|---|
| Descripción | Ha fallado la Control Unit. |
| Causas posibles | --- |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens indicando el valor de fallo. |

9.3 Avisos de alarma

Visualización de los avisos de alarma

Los avisos de alarma se muestran en el Touch Panel acompañados de los siguientes datos:

- Momento en que se emitió la alarma
- Texto de alarma
- Estado de la alarma

Avisos de alarma del inversor

La siguiente tabla muestra las alarmas del inversor que se visualizan en el Touch Panel.

Tabla 9- 3 Avisos de alarma del inversor

| Número de alarma | Origen de la alarma | Texto de alarma |
|------------------|---------------------------|---|
| 1 | Date and Time | Date and time are set to factory settings |
| 11 | Isolation Routine | Isolation Warning detected |
| 12 | Isolation Routine | Isolation Fault detected |
| 21 | PV Field Grounding Module | PV field grounding current too high |

Avisos de alarma de la unidad inversora

La siguiente tabla muestra las alarmas de la unidad inversora que se visualizan en el Touch Panel.

Tabla 9- 4 Avisos de alarma de la unidad inversora

| Número de alarma | Origen de la alarma | Texto de alarma |
|------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Surge Protection | Change the surge protection AC side |
| 2 | Surge Protection | Change the surge protection DC side |
| 11 | Reactor Module | Reactor temperature warning |
| 21 | Symmetry Check Module | DC Input 1 symmetry check warning |
| 22 | Symmetry Check Module | DC Input 2 symmetry check warning |
| 23 | Symmetry Check Module | DC Input 3 symmetry check warning |
| 31 | DC Contactor | DC Contactor 1 feedback fault |
| 32 | DC Contactor | DC Contactor 2 feedback fault |
| 33 | DC Contactor | DC Contactor 3 feedback fault |
| 41 | Circuit Breakers | Miniature circuit breaker blown |
| 51 | Low Voltage Ride Through | Low Voltage Ride Through active |

9.4 Eliminación de las alarmas

Avisos de alarma para el inversor

En este apartado encontrará todos los avisos de alarma del inversor, así como su descripción, posibles causas y posibles remedios. Datos que se muestran en forma de tabla para cada uno de los avisos de alarma:

| Número de alarma 11 - Isolation Routine - Isolation Warning detected | |
|---|---|
| Descripción | El aislamiento de los módulos FV respecto a tierra es inferior al 1.er valor límite. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Fallo en el campo FV |
| Medidas | <p>Compruebe si la alarma también se produce con tiempo seco. En caso afirmativo, haga lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revise el campo FV. • Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de alarma 12 - Isolation Routine - Isolation Fault detected | |
|---|---|
| Descripción | El aislamiento de los módulos FV respecto a tierra es inferior al 2.er valor límite. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Fallo en el campo FV |
| Medidas | <p>Compruebe si la alarma también se produce con tiempo seco. En caso afirmativo, haga lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revise el campo FV. • Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de alarma 21 - PV Field Grounding Module - PV field grounding current too high | |
|--|---|
| Descripción | La corriente de fuga de los módulos es demasiado alta. |
| Causas posibles | Defecto a tierra en el campo FV |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Busque un posible defecto a tierra en el campo FV. • Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

Avisos de alarma para la unidad inversora

En este apartado encontrará todos los avisos de alarma para la unidad inversora, así como su descripción, posibles causas y posibles remedios. Datos que se muestran en forma de tabla para cada uno de los avisos de alarma:

| Número de alarma 1 - Surge Protection - Change the surge protection AC side | |
|--|---|
| Descripción | Se ha disparado la protección contra sobretensión en el lado trifásico. |
| Causas posibles | Sobretensión en la salida AC del inversor |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de alarma 2 - Surge Protection - Change the surge protection DC side | |
|--|---|
| Descripción | Se ha disparado la protección contra sobretensión en el lado de corriente continua. |
| Causas posibles | Sobretensión en la salida DC del inversor |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de alarma 11 - Reactor Module - Reactor temperature warning | |
|---|---|
| Descripción | La temperatura de la bobina está por encima del valor admisible en el estado operativo actual. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Fallo del ventilador • Bobina averiada |
| Medidas | Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Números de alarma 21/22/23 - Symmetry Check Module - DC Input 1 / 2 / 3 symmetry check warning | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta un desequilibrio en la corriente de entrada DC en una de las entradas DC. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Campo FV dañado • Sensor de medición de entrada de intensidad averiado |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Revise el campo FV. • Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Números de alarma 31/32/33 - DC Contactor - DC Contactor 1 / 2 / 3 feedback fault | |
|--|---|
| Descripción | El contactor DC no envía ninguna respuesta. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Avería del contactor DC de la unidad inversora 1, 2 ó 3 • Rotura de cable |
| Medidas | Busque posibles fallos en el contactor DC. Fallos posibles: <ul style="list-style-type: none"> • Bobina averiada • Contactos desgastados • Rotura de hilo |

| Número de alarma 41 - Circuit Breakers - Miniature circuit breaker blown | |
|---|--|
| Descripción | La Control Unit detecta que se ha disparado al menos un automático magnetotérmico. |
| Causas posibles | <ul style="list-style-type: none"> • Cortocircuito en la unidad inversora • Sobrecarga en la unidad inversora |
| Medidas | <ul style="list-style-type: none"> • Compruebe el automático magnetotérmico. Realice las siguientes comprobaciones: <ul style="list-style-type: none"> – comprobación óptica – comprobación de posibles cortocircuitos en la unidad inversora • Póngase en contacto con el Servicio técnico de Siemens. |

| Número de alarma 51 - Low Voltage Ride Through - Low Voltage Ride Through active | |
|---|--|
| Descripción | La tensión de red de la unidad inversora es inferior al 90% del valor nominal. |
| Causas posibles | Fallo de la red |
| Medidas | — |

9.5 Avisos del panel de mando

Las lámparas de señalización del panel de mando situado en la puerta del armario emiten los siguientes avisos:

Tabla 9- 5 Avisos de las lámparas de señalización del panel de mando

| Elemento de manejo | Estado | Descripción |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Señalizador luminoso verde "Servicio" | Apagado | 1. Compruebe la tensión de red. 2. Póngase en contacto con el Technical Support. |
| | Parpadea lentamente; período 1 s | Ponga el interruptor de llave en la posición "2". |
| | Parpadea rápidamente; período 250 ms | No es necesario tomar ninguna medida. Nota: Si, a pesar de no detectarse ningún fallo y existir suficiente radiación solar, el inversor no pasa al estado "Servicio", compruebe lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Compruebe los fusibles del lado DC. • Compruebe la polaridad de la conexión del campo FV. |
| | Está encendido permanentemente | No es necesario tomar ninguna medida. |
| Señalizador luminoso amarillo "Fallo" | Apagado | No es necesario tomar ninguna medida. |
| | Parpadea lentamente; período 1 s | Hay una alarma. El inversor continúa en servicio, pero es necesario llevar a cabo trabajos de mantenimiento. |
| | Parpadea rápidamente; período 250 ms | No es necesario tomar ninguna medida, ya que el inversor acusa automáticamente el fallo, transcurrido un tiempo de espera. |
| | Está encendido permanentemente | Existe un fallo que debe acusarse manualmente. |

Mantenimiento y reparación

10.1 Reparación

En la reparación se incluye toda aquella medida cuyo objetivo sea devolver el armario eléctrico al estado operativo.

Equipamientos reemplazables

Está permitido sustituir los siguientes equipamientos:

- Fusibles
- Descargadores de sobretensión
- Ventiladores para bobinas
- Ventilador para inversor

10.2 Mantenimiento

En el mantenimiento se incluye toda aquella medida cuyo objetivo es mantener el armario eléctrico en estado operativo.

Trabajos de mantenimiento

Para garantizar un funcionamiento correcto del armario a lo largo de los años, deben efectuarse, en los intervalos especificados, los trabajos de mantenimiento que se indican a continuación.

Tabla 10- 1 Concepto de mantenimiento

| Trabajos de mantenimiento | Intervalo |
|--|----------------------------------|
| Limpiar el interior del armario. | Al menos 1 vez al año |
| Sustituir los descargadores de sobretensión cuando la mirilla aparezca en rojo | Comprobación visual 1 vez al año |
| Sustituir el ventilador del armario. | Cada 15 años |
| Sustituir el ventilador del inversor. (Vida útil: 50000 horas de servicio) | Cada 13 años |

ATENCIÓN

Intervalo de mantenimiento

La duración efectiva de los periodos a cuyo término deben repetirse los trabajos de mantenimiento depende del entorno en que se encuentre el armario y de sus condiciones de funcionamiento.

10.3 Limpieza del interior del armario

Requisitos

- Se dispone de pincel de limpieza y aspirador.
- Se dispone de aire comprimido libre de aceite hasta un máximo de 1 bar.
- Se dispone de instrumento de medida para comprobar la ausencia de tensión.
- Se dispone de llave del armario.

Desconexión del inversor

1. Ponga fuera de servicio correctamente el armario eléctrico. Véase al respecto el capítulo Puesta fuera de servicio de todo el inversor (Página 81).
2. Desconecte y aísele de tensión los cables de alimentación de las entradas DC y AC. Asegure los cables de alimentación contra reconexión accidental de la tensión AC y DC.
3. Compruebe la ausencia de tensión.

Apertura y limpieza del armario

1. Desbloquee la puerta del armario y abra los dos batientes.
2. Compruebe la ausencia de tensión.
3. Elimine con el pincel y el aspirador las acumulaciones de polvo de los equipamientos de fácil acceso.
4. Elimine con aire comprimido seco a una presión máxima de 1 bar las acumulaciones de polvo de los equipamientos de difícil acceso.

Limpieza del ventilador del armario AC

1. Suelte los cuatro tornillos que sujetan el módulo de ventilador en el armario eléctrico.
2. Extraiga con precaución el ventilador.
3. Desenchufe los conectores.
4. Extraiga el ventilador y límpielo.
5. Vuelva a insertar el ventilador y enchufe los contactos.
6. Atornille el ventilador al armario AC con sus cuatro tornillos.

Cierre el armario y vuelva a ponerlo en funcionamiento

1. Cierre la puerta del armario eléctrico.
2. Conecte de nuevo la tensión de los cables de alimentación de las entradas DC y AC.
3. Ponga en funcionamiento de nuevo el armario eléctrico.
Ver al respecto el capítulo Puesta en marcha del inversor (Página 74).

10.4 Sustitución de la bobina del ventilador

Requisitos

- Poner fuera de servicio correctamente el armario eléctrico.
Ver al respecto el capítulo Puesta fuera de servicio de todo el inversor (Página 81).
- Desconectar de tensión los cables de alimentación de las entradas DC y AC.
- Se dispone de instrumento de medida para comprobar la ausencia de tensión.
- Se dispone de llave del armario.

Procedimiento

1. Abra las puertas del armario eléctrico.
2. Compruebe la ausencia de tensión.
3. Desmonte las chapas de ventilador y desenchufe los conectores de los ventiladores.
4. Suelte los tornillos de los ventiladores y sustituya los ventiladores por otros nuevos.
5. Monte en el armario eléctrico las chapas de ventilador con los nuevos ventiladores.
6. Cierre las puertas del armario eléctrico.
7. Conecte de nuevo la tensión de los cables de alimentación de las entradas DC y AC.
8. Ponga en funcionamiento de nuevo el armario eléctrico. Véase al respecto el capítulo Puesta en marcha del inversor (Página 74).

10.5 Sustitución del ventilador del inversor

Pares de apriete de las uniones roscadas del inversor

Tabla 10- 2 Pares de apriete de unión roscada del inversor

| Tornillo | Par de apriete |
|----------|----------------|
| M6 | 6 Nm |
| M8 | 13 Nm |
| M10 | 25 Nm |
| M12 | 50 Nm |

Requisitos

- Poner fuera de servicio correctamente el armario eléctrico. Véase al respecto el capítulo Puesta fuera de servicio de todo el inversor (Página 81).
- Desconectar de tensión los cables de alimentación de las entradas DC y AC.
- Se dispone de instrumento de medida para comprobar la ausencia de tensión.
- Se dispone de llave del armario.

Procedimiento

1. Abra las puertas del armario eléctrico.
2. Compruebe la ausencia de tensión.
3. Retire las tapas protectoras del inversor.
4. Suelte los tornillos en el orden que se indica en la figura y sustituya el ventilador del inversor.
5. A continuación, en orden inverso, vuelva a montar el ventilador y las tapas protectoras. Respete los pares de apriete indicados en la tabla anterior.
6. Cierre las puertas del armario eléctrico.
7. Conecte de nuevo la tensión de los cables de alimentación de las entradas DC y AC.
8. Ponga en funcionamiento de nuevo el armario eléctrico. Véase al respecto el capítulo Puesta en marcha del inversor (Página 74).

Datos técnicos

11.1 Condiciones ambientales

Almacenamiento y transporte

| | |
|----------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente | -25 °C ... +70 °C |
| Humedad relativa | 0 % ... 95 % |

Servicio

| | |
|--|---------------------------------|
| Temperatura ambiente | 0 °C ... 50 °C |
| Humedad relativa/sin condensación | 0 % ... 95 % |
| Altitud máxima de instalación (sin derating) | ≤ 2000 m sobre el nivel del mar |
| Temperatura del aire de entrada/ para valor nominal de la potencia activa AC entregada/máxima | PVS500: 35 C° PVS600: 40 C° |
| Clase climática | 3K3 |

Refrigeración

| | |
|--|---|
| Tipo de refrigeración | Refrigeración forzada mediante ventilador |
| Caudal de aire de refrigeración por unidad inversora | 6500 m³/h |
| Entrada de aire | Parte frontal del armario |
| Salida de aire | Parte superior del armario |

11.2 Datos mecánicos

| Fecha | Especificación | Valor |
|--|----------------------------------|----------------------|
| Posición de montaje | Vertical | |
| Tipo de fijación | Colocación en el suelo | |
| Dimensiones sin palet (An x Al x P) | Por armario | 1350 x 2100 x 730 mm |
| | Ambos armarios juntos (montados) | 2700 x 2100 x 730 mm |
| Peso | Sistema global PVS500 | 2085 kg |
| | Sistema global PVS600 | 2101 kg |
| | Palet/por armario | Aprox. 30 kg |
| Color | RAL 7035 | |

11.3 Datos eléctricos

Datos de entrada (DC)

Tabla 11- 1 PVS500

| | PVS500 | PVS1000 | PVS1500 | PVS2000 |
|---|-------------------------|---------|---------|---------|
| Rango de tensiones MPP | 450 ... 750 V | | | |
| Tensión de entrada inicial | 600 V | | | |
| Máxima tensión de entrada | 820 V (1000 V opcional) | | | |
| Mínima tensión de entrada | 450 V | | | |
| Potencia nominal de entrada | 513 kW | 1026 kW | 1539 kW | 2052 kW |
| Máxima intensidad de entrada | 1103 | 2206 A | 3309 A | 4412 A |
| Número de entradas DC | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Máxima intensidad por entrada | 368 A | | | |
| Máxima intensidad de la combinación maestro/esclavo | 1103 A | | | |

Tabla 11- 2 PVS600

| | PVS600 | PVS1200 | PVS1800 | PVS2400 |
|---|-------------------------|---------|---------|---------|
| Rango de tensiones MPP | 570 ... 750 V | | | |
| Tensión de entrada inicial | 700 V | | | |
| Máxima tensión de entrada | 820 V (1000 V opcional) | | | |
| Mínima tensión de entrada | 650 V | | | |
| Potencia nominal de entrada | 613 kW | 1226 kW | 1839 kW | 2452 kW |
| Máxima intensidad de entrada | 1104 | 2208 A | 3312 A | 4416 A |
| Número de entradas DC | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Máxima intensidad por entrada | 368 A | | | |
| Máxima intensidad de la combinación maestro/esclavo | 1104 A | | | |

Datos de salida (AC)

Tabla 11- 3 PVS500

| | PVS500 | PVS1000 | PVS1500 | PVS2000 |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Fases | 3 | | | |
| Tensión nominal | 288 V | | | |
| Tensión de red | 244,8 ... 316,8 | | | |
| Frecuencia nominal | 50 Hz/60 Hz | 50 Hz/60 Hz | 50 Hz/60 Hz | 50 Hz/60 Hz |
| Frecuencia de red | 49 ... 51 Hz |
| | 58,8 ... 61,2 Hz |

| | PVS500 | PVS1000 | PVS1500 | PVS2000 |
|-------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Potencia nominal | 500 kW | 1000 kW | 1500 kW | 2000 kW |
| Máxima potencia | 500 kW | 1000 kW | 1500 kW | 2000 kW |
| Intensidad de salida máxima | 1002 A | 2004 A | 3006 A | 4008 A |
| Factor de potencia | 1 | | | |
| Factor de potencia inductivo | 0,95 | | | |
| Factor de potencia capacitivo | 0,95 | | | |

Tabla 11- 4 PVS600

| | PVS600 | PVS1200 | PVS1800 | PVS2400 |
|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Fases | 3 | | | |
| Tensión nominal | 370 V | | | |
| Tensión de red | 314,5 ... 407 | | | |
| Frecuencia nominal | 50 Hz/60 Hz | 50 Hz/60 Hz | 50 Hz/60 Hz | 50 Hz/60 Hz |
| Frecuencia de red para inyección de energía a red | 49 ... 51 Hz 58,8 ... 61,2 Hz |
| Potencia nominal | 600 kW | 1200 kW | 1800 kW | 2400 kW |
| Máxima potencia | 600 kW | 1200 kW | 1800 kW | 2400 kW |
| Intensidad de salida máxima | 936 A | 1872 A | 2808 A | 3744 A |
| Factor de potencia | 1 | | | |
| Factor de potencia inductivo | 0,95 | | | |
| Factor de potencia capacitivo | 0,95 | | | |

1) Los valores indicados describen las características técnicas del equipo. Según el lugar de instalación, los valores de desconexión requeridos pueden ser diferentes.

Rendimiento/Pérdidas

Tabla 11- 5 PVS500

| | PVS500 | PVS1000 | PVS1500 | PVS2000 |
|--|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Rendimiento europeo según IEC 61683 | 98,1 % | 98,3 % | 98,3 % | 98,3 % |
| Rendimiento máximo | 98,4 % | | | |
| Pérdidas en modo nocturno: | | | | |
| • A 50 Hz, sin calefacción del armario | 190 W | 380 W | 570 W | 760 W |
| • A 60 Hz, sin calefacción del armario | 350 W | 700 W | 1050 W | 1400 W |
| • A 50 Hz, con calefacción del armario | 440 W | 880 W | 1320 W | 1760 W |
| • A 60 Hz, con calefacción del armario | 600 W | 1200 W | 1800 W | 2400 W |

11.3 Datos eléctricos

| | PVS500 | PVS1000 | PVS1500 | PVS2000 |
|--|--------|---------|---------|---------|
| Pérdidas máximas en servicio: | | | | |
| • A 50 Hz, sin calefacción del armario | 2650 W | 5300 W | 7950 W | 10600 W |
| • A 60 Hz, sin calefacción del armario | 3500 W | 7000 W | 10500 W | 14000 W |
| • A 50 Hz, con calefacción del armario | 2900 W | 5800 W | 8700 W | 11600 W |
| • A 60 Hz, con calefacción del armario | 3750 W | 7500 W | 11250 W | 15000 W |

Tabla 11- 6 PVS600

| | PVS600 | PVS1200 | PVS1800 | PVS2400 |
|--|--------|---------|---------|---------|
| Rendimiento europeo según IEC 61683 | 98,4 % | 98,6 % | 98,6 % | 98,6 % |
| Rendimiento máximo | 98,7 % | | | |
| Pérdidas en modo nocturno: | | | | |
| • A 50 Hz, sin calefacción del armario | 190 W | 380 W | 570 W | 760 W |
| • A 60 Hz, sin calefacción del armario | 350 W | 700 W | 1050 W | 1400 W |
| • A 50 Hz, con calefacción del armario | 440 W | 880 W | 1320 W | 1760 W |
| • A 60 Hz, con calefacción del armario | 600 W | 1200 W | 1800 W | 2400 W |
| Pérdidas máximas en servicio: | | | | |
| • A 50 Hz, sin calefacción del armario | 2650 W | 5300 W | 7950 W | 10600 W |
| • A 60 Hz, sin calefacción del armario | 3500 W | 7000 W | 10500 W | 14000 W |
| • A 50 Hz, con calefacción del armario | 2900 W | 5800 W | 8700 W | 11600 W |
| • A 60 Hz, con calefacción del armario | 3750 W | 7500 W | 11250 W | 15000 W |

Datos eléctricos generales

Tabla 11- 7 PVS500/600

| | |
|-------------------------------------|---|
| Componentes de potencia | IGBT |
| Aislamiento galvánico en el lado AC | Salida AC directamente en el transformador de media tensión |
| Alimentación auxiliar | 400 V, 50 Hz/60 Hz |

Conexiones

Tabla 11- 8 PVS500/600

| | |
|--|-----------------------------|
| Tipo de conexión eléctrica en la entrada DC | Terminal de cable tipo ojal |
| Tipo de tornillo de conexión en la entrada DC | M12 |
| Par de apriete en la entrada DC | 70 Nm |
| Tipo de conexión eléctrica en la entrada AC | Terminal de cable tipo ojal |
| Tipo de tornillo de conexión en la entrada AC | M12 |
| Par de apriete en la entrada AC | 70 Nm |
| Tipo de conexión eléctrica para alimentación auxiliar | Bornes de tornillo |
| Tipo de tornillo de conexión para alimentación auxiliar | M3 |
| Par de apriete para alimentación auxiliar | 0,6 ... 0,8 Nm |
| Sección conectable de los conductores para alimentación auxiliar | 2,5 - 4 mm ² |

11.4 Panel de mando e interfaces

| | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| Pantalla | Tipo | LCD-TFT |
| | Resolución | 480 x 272 píxeles |
| | Colores | 256 |
| | Unidad de entrada | Touch Screen |
| Interfaz de datos | | Ethernet |

11.5 Normas vigentes y conformidad

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| Conformidad | CE |
| Directivas UE | EN 50178 |
| Inmunidad a perturbaciones CEM | EN 61000-6-2 |
| Emisión de perturbaciones de CEM | EN 61000-6-4 |
| Grado de protección IP | IP20 según EN 60529 |
| Clase de protección del equipo | I |

Croquis acotados

12.1 Armario eléctrico

Maestro

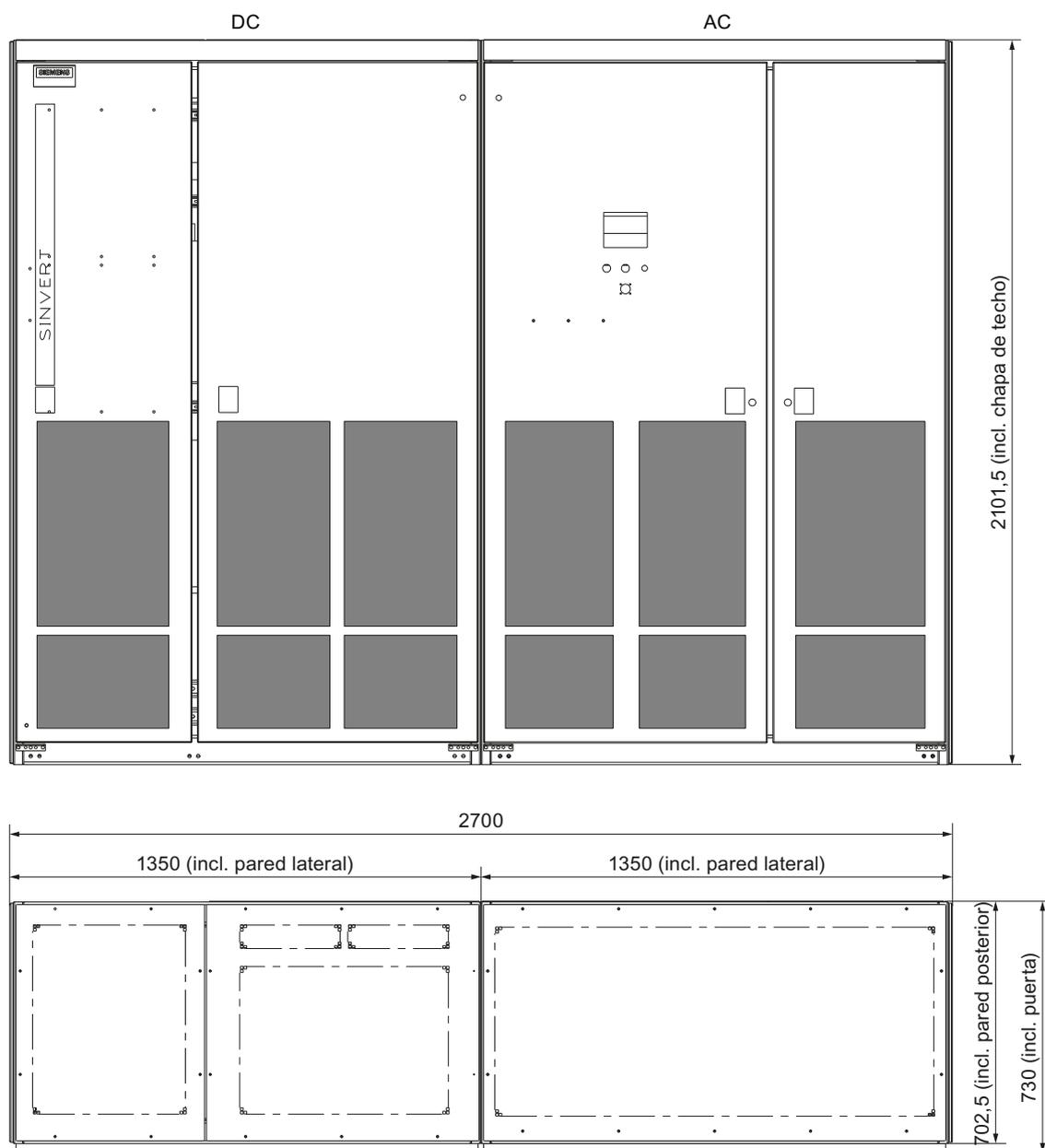


Figura 12-1 Croquis acotado del PVS500/PVS600 maestro

Esclavo

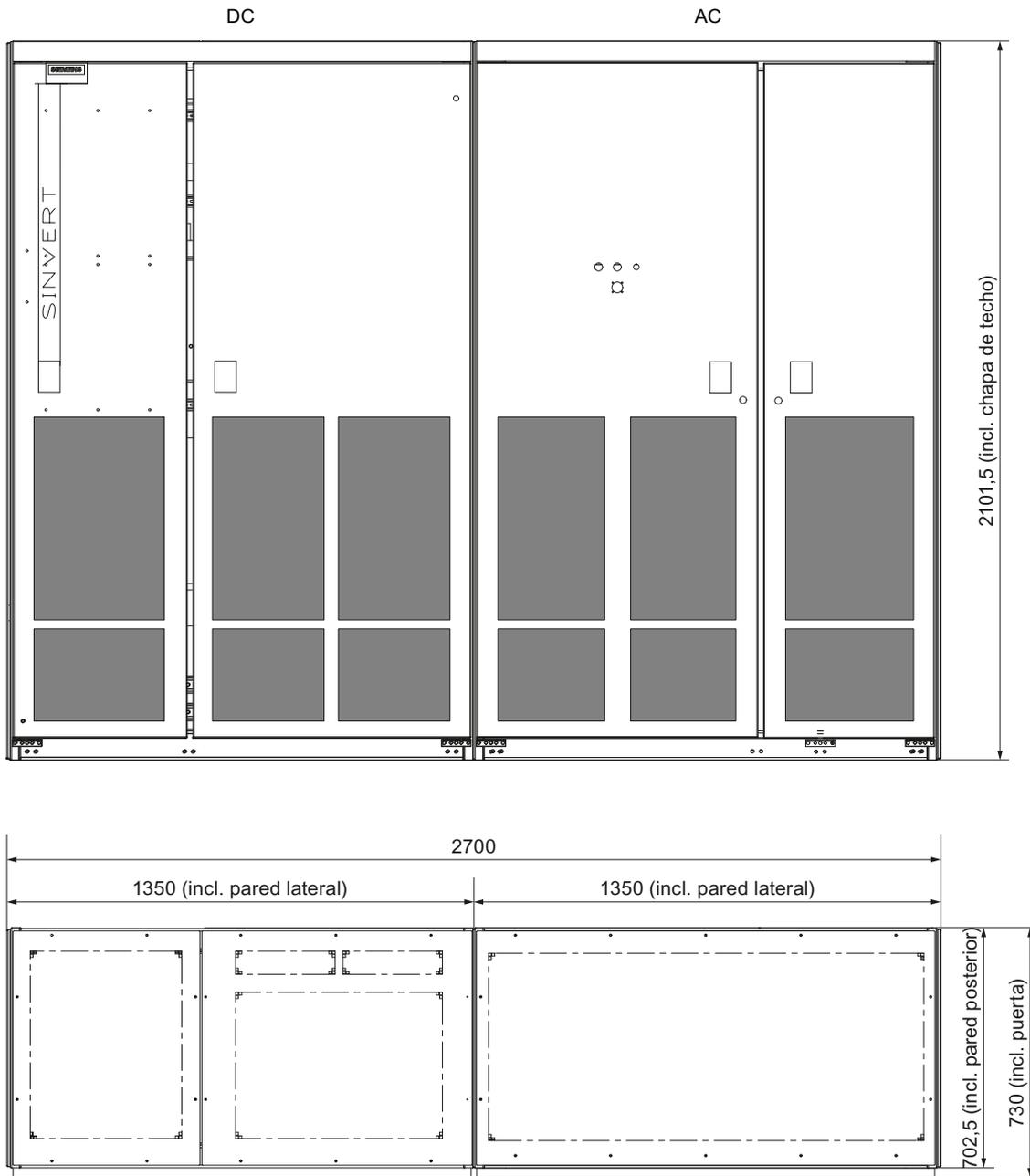


Figura 12-2 Croquis acotado del PVS500/PVS600 esclavo

12.2 Placa base

Maestro

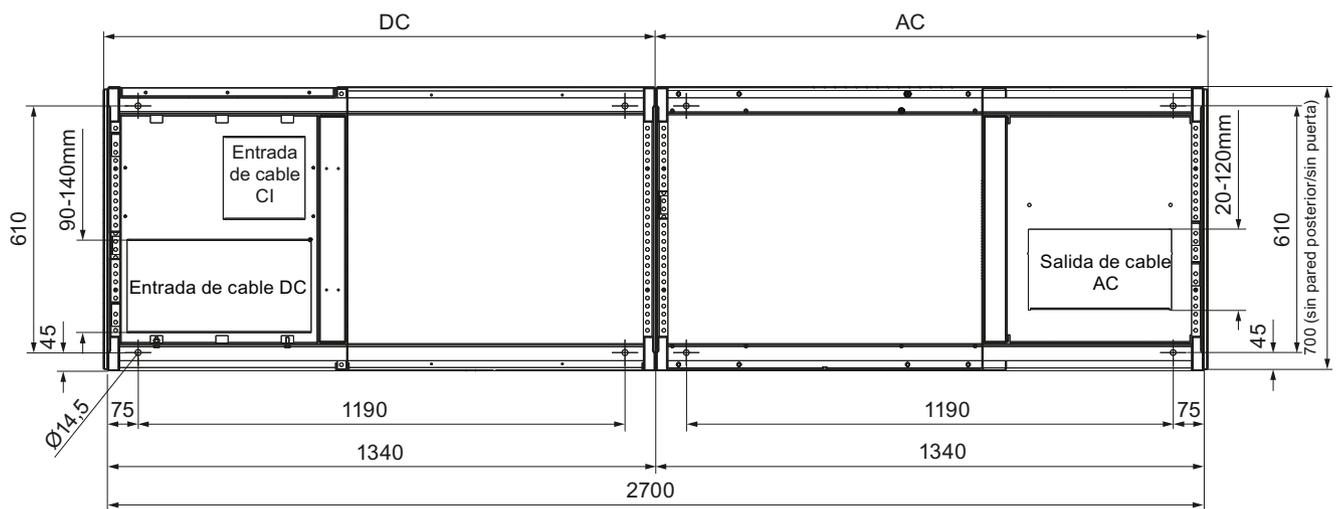


Figura 12-3 Croquis acotado de la placa base del PVS500/600 maestro

Esclavo

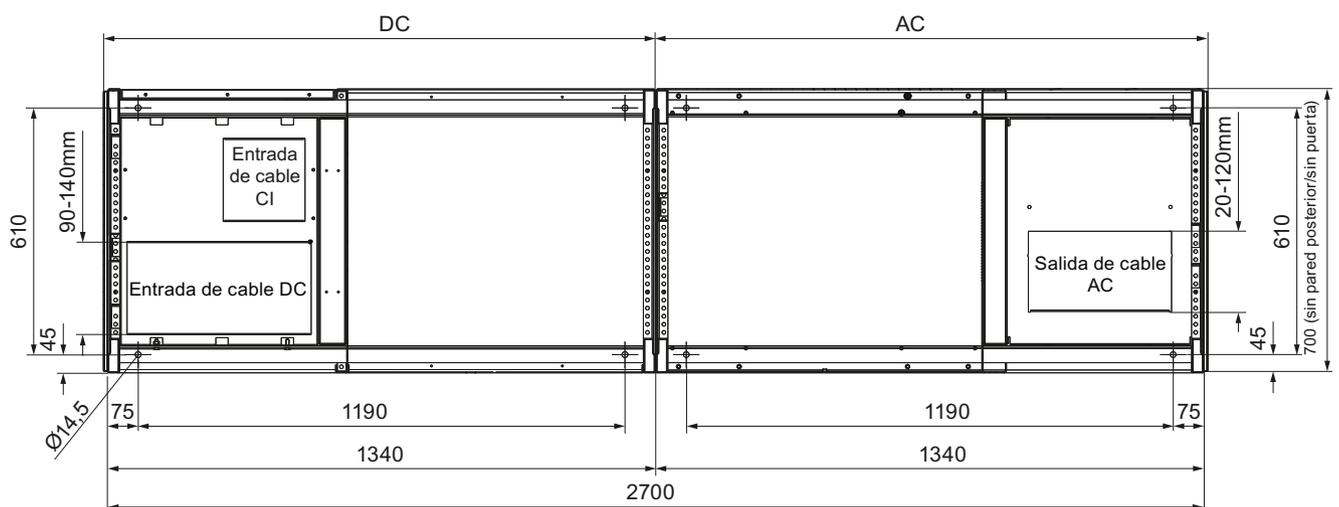


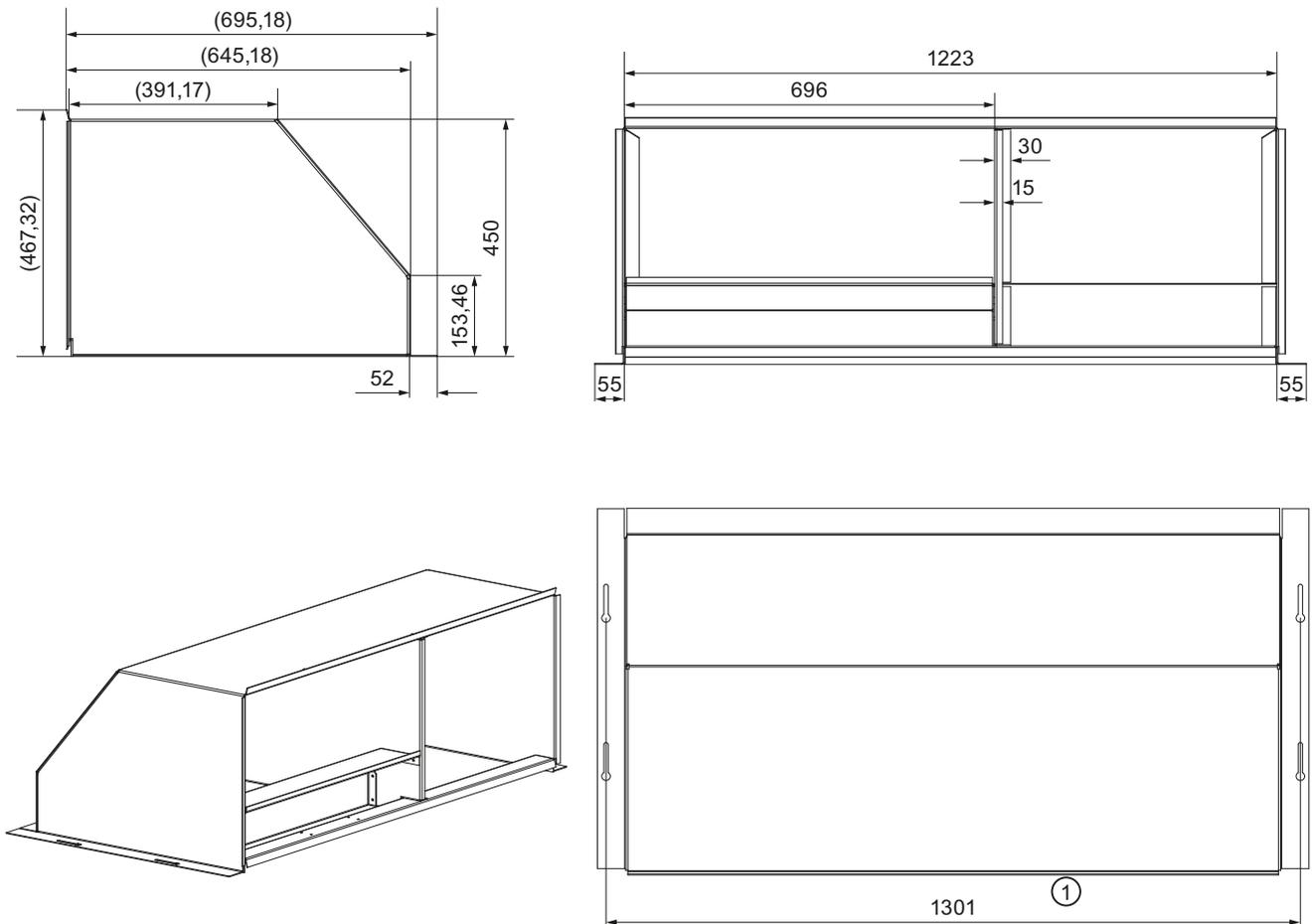
Figura 12-4 Croquis acotado de la placa base del PVS500/600 esclavo

12.3 Campanas extractoras (opcionales)

Las campanas extractoras están disponibles como accesorios. Ver al respecto el apartado Accesorios (Página 135).

Las campanas extractoras para el armario DC y para el armario AC del inversor se diferencian sólo por sus distintas chapas deflectoras de aire. La campana básica, la chapa de separación y las traviesas son iguales en ambas campanas extractoras.

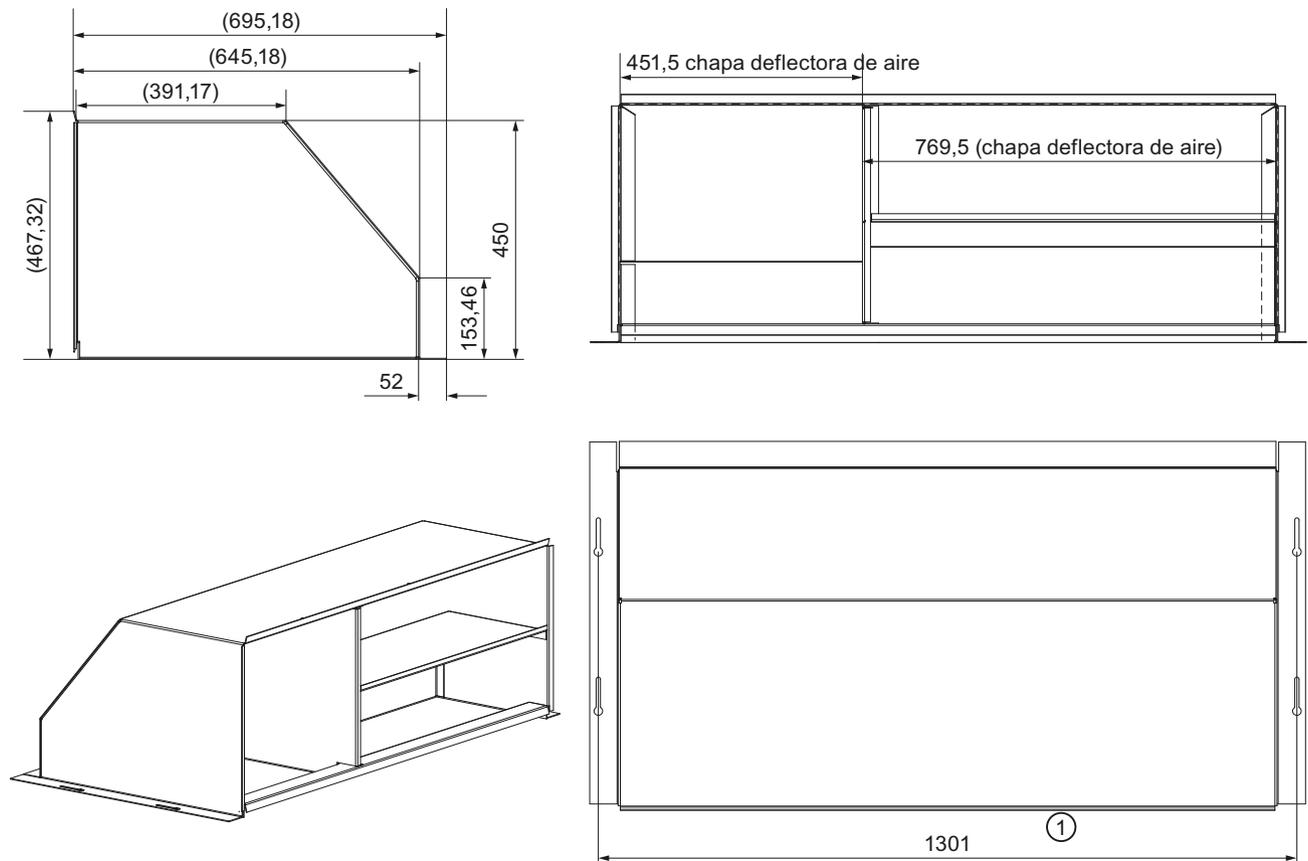
Croquis acotado de la campana extractora DC



① Distancia de los puntos de atornillado

Figura 12-5 Croquis acotado de la campana extractora DC

Croquis acotado de la campana extractora AC



① Distancia de los puntos de atornillado

Figura 12-6 Croquis acotado de la campana extractora AC

Datos de pedido

13.1 Inversor SINVERT PVS

Inversor

| Serie | Denominación | Referencia (MLFB) |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| SINVERT PVS500 para redes de 50 Hz | SINVERT PVS500 | 6AG3111-1PU30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS1000 | 6AG3111-1SB30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS1500 | 6AG3111-1SG30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS2000 | 6AG3111-1SM30-0AB0 ¹⁾ |
| SINVERT PVS500 para redes de 60 Hz | SINVERT PVS500 | 6AG3111-2PU30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS1000 | 6AG3111-2SB30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS1500 | 6AG3111-2SG30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS2000 | 6AG3111-2SM30-0AB0 ¹⁾ |
| SINVERT PVS600 para redes de 50 Hz | SINVERT PVS600 | 6AG3111-1QF30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS1200 | 6AG3111-1SD30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS1800 | 6AG3111-1SK30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS2400 | 6AG3111-1SR30-0AB0 ¹⁾ |
| SINVERT PVS600 para redes de 60 Hz | SINVERT PVS600 | 6AG3111-2QF30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS1200 | 6AG3111-2SD30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS1800 | 6AG3111-2SK30-0AB0 ¹⁾ |
| | SINVERT PVS2400 | 6AG3111-2SR30-0AB0 ¹⁾ |

¹⁾ Referencia del equipo básico sin opciones de inversor adicionales.

Las opciones de inversor disponibles están descritas en los capítulos siguientes: Opciones de inversor (Página 27)

Equipo básico

La referencia del equipo básico no tiene ninguna extensión.

Ejemplo

6AG3101-1PU00-0AB0

- SINVERT PVS500 sin opciones adicionales

Equipo provisto de una opción adicional

En equipos con equipamiento opcional, la referencia del equipo básico tiene la extensión –Z al final. Detrás de –Z viene la denominación de la opción disponible.

Ejemplo

6AG3101-1PU00-0AB0-ZS10

- SINVERT PVS500 con la siguiente opción
 - Opción "S10: calefacción del armario"

Equipo provisto de varias opciones adicionales

En caso de un equipamiento con varias opciones, detrás de la –Z la referencia lleva consecutivamente las denominaciones de las opciones disponibles.

Ejemplo

6AG3101-1PU00-0AB0-ZS10D30

- SINVERT PVS500 con las siguientes opciones
 - Opción "S10: calefacción del armario"
 - Opción "D30: puesta a tierra del campo FV: puesta a tierra del polo positivo"

13.2 Accesorios

Campana extractora

Encontrará información sobre los accesorios disponibles en el catálogo actual que podrá obtener de su distribuidor.

| Cantidad | Descripción | Referencia (MLFB) |
|----------|--|--------------------|
| 1 | Campanas extractoras para los armarios DC y AC, con <ul style="list-style-type: none">• 8 tornillos M5x16• 8 arandelas de contacto de 5 mm• Gomaespuma de 736 mm | 6AG3911-3CA20-1AY0 |

Paquete de accesorios de la combinación maestro-esclavo

El paquete de accesorios incluye los cables siguientes para la unión de maestro y esclavo:

| Cantidad | Descripción |
|----------|--|
| 4 | 300 mm ² de cable para la conexión del circuito intermedio DC |
| 1 | 10 m de cable de bus Sinec L2 |

Extractor de fusibles NH

| Cantidad | Descripción | Referencia |
|----------|---|-------------|
| 1 | Extractor de fusibles NH o cuchilla de seccionamiento con una distancia de 120 mm de las lengüetas de sujeción, 1500 V, tamaño 3L | A5E30212597 |

Soporte técnico

Soporte técnico para productos SINVERT

- Materiales informativos y descargas para productos SINVERT:
Infocenter SINVERT (<http://www.siemens.com/sinvert-infocenter>)
Aquí encontrará p. ej.:
 - catálogos;
 - folletos.
- Documentación relativa a productos SINVERT:
SINVERT Support (<http://www.siemens.com/sinvert-support>)
Aquí encontrará p. ej.:
 - manuales e instrucciones de servicio;
 - informaciones de producto actuales, FAQs, descargas, consejos y trucos;
 - curvas características y certificados.
- Encontrará a su persona de contacto para SINVERT en:
Persona de contacto SINVERT (<http://www.siemens.com/sinvert-partner>)

Asistencia técnica para productos SINVERT

Si desea realizar alguna consulta técnica, diríjase a:

- Tel.: +49 (911) 895-5900
De lunes a viernes de 08:00 a 17:00 h CET
- Fax: +49 (911) 895-5907
- E-mail: Asistencia técnica (<mailto:technical-assistance@siemens.com>)

Vista general del cableado del maestro y del esclavo

Vista general del cableado del maestro y del esclavo

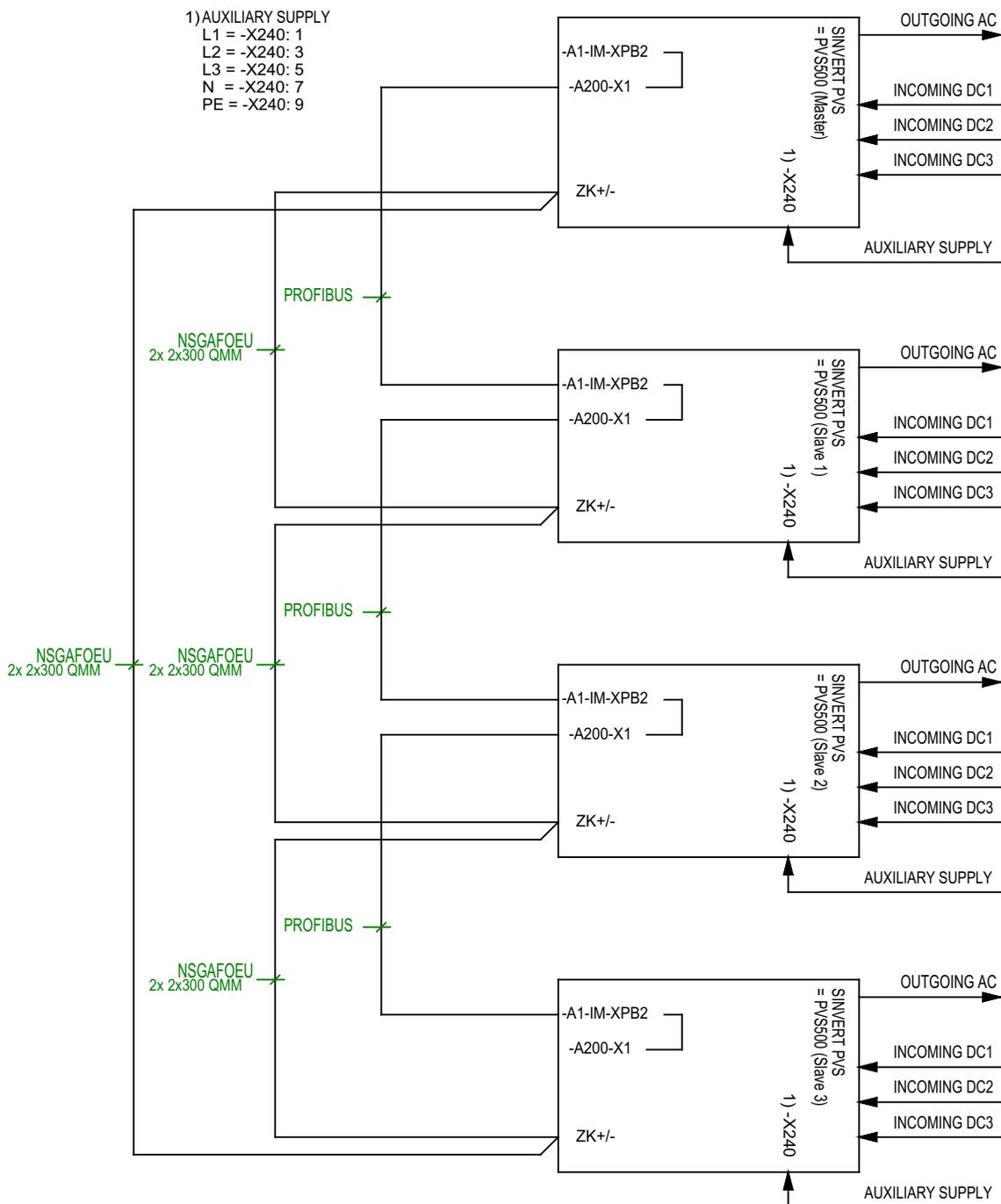


Figura B-1 Vista general del cableado del maestro y del esclavo

Índice alfabético

A

- Accesorios, 135
- Ajustes de servicio técnico
 - con Touch Panel, 91
- Almacenamiento, 44
- Almacenamiento y transporte, 31
- Armario eléctrico
 - croquis acotado, 127
- Aumento máx. tensión DC a 1000 V, 29
- Avisos de alarma, 112
- Avisos de fallo, 99
- Avisos del panel de mando, 116

C

- Calefacción del armario, 30
- Campanas extractoras
 - croquis acotados, 130
 - datos de pedido, 135
- Cimientos, 45
- Compatibilidad electromagnética, 45
- Condiciones ambientales
 - datos técnicos, 121
- Conformidad, 125
- Consignas de seguridad, 11
 - seguridad en el trabajo, 12
- Consignas generales de seguridad, 11
- Croquis acotados
 - armario eléctrico, 127
 - campanas extractoras, 130

D

- Datos de pedido
 - accesorios, 135
 - campanas extractoras, 135
 - inversor, 133
- datos eléctricos, 122
- Datos técnicos
 - condiciones ambientales, 121
 - Datos eléctricos, 122
 - panel de mando e interfaces, 125

E

- Elementos de manejo, 85, 86
- Eliminación, 9
- Embalaje, 31
- Emplazamiento, 45
- Entrega, 33
- Envío, 33

I

- Imagen inicial, 88
- Instalación
 - instalación mecánica, 49
- Instalación mecánica, 49
- Instalaciones eléctricas, 46
- Interfaces
 - datos técnicos, 125
- Interior del armario
 - limpieza, 118
- Inversor
 - datos de pedido, 133

L

- Lámparas de señalización, 85, 86
- Limpieza
 - interior del armario, 118

M

- Manejo
 - Touch Panel, 87
- Mantenimiento, 117
- Modo maestro/esclavo, 21

N

- Normas, 125

O

- Opción de inversor
 - D61, 29

S10, 30

P

Panel de mando
 avisos, 116
 datos técnicos, 125
Pantalla normal, 88
Parámetros de vigilancia de la red, 14, 79
Protección del medio ambiente, 9
Puesta en marcha, 74
Purga de aire, 48

R

Reciclaje, 9
Rendimiento, 123
Reparación, 117

S

Seguridad en el trabajo, 12
SINVERT PVS
 datos de pedido, 133

T

Touch Panel, 87
Transporte, 34

V

Ventilación, 48
Volumen de suministro, 34

Servicio y Asistencia

Descargue fácilmente catálogos y material informativo:
www.siemens.com/sinvert/infomaterial

Boletín informativo, siempre al día:
www.siemens.com/sinvert/newsletter

E-Business en el Industry Mall:
www.siemens.com/industrymall

Asistencia en línea:
www.siemens.com/sinvert/support

Para cuestiones técnicas diríjase a:
Asistencia Técnica
Tel.: +49 (911) 895-5900
Correo electrónico: technical-assistance@siemens.com
www.siemens.com/sinvert/technical-assistance

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 23 55
90713 FÜRTH
ALEMANIA

Sujeto a cambios sin previo aviso
A5E03467342-01
© Siemens AG 2011

www.siemens.de/industry



IDEEMATEC is the leading developer...

...of single axis tracking systems, headquartered in Germany with more than 12 years of experience and over 2.2 GW of installed systems on 6 continents.

IDEEMATEC's innovative high-span safeTrack H4 tracker™ offers an outstanding design DNA. As first two-in-portrait tracker in the market, powered by its core patented drive technology, IDEEMATEC's solar tracker offers a superior safety and uptime level. Now available **safeTrack H4^{PLUS} bifacial tracker™** for an even higher yield at maximum reduced shading.

Established technology for challenging conditions – suited for sites with challenging soils, high winds, and irregular terrain, IDEEMATEC's safeTrack H4 trackers™ reduce the risk for Engineering, Procurement & Construction Companies by pro-

viding project developers and asset owners with the most value added over the entire lifetime of their power plant.

Highest Peak Power Ratio – the safeTrack H4™ flexible string configuration allows for a max. number of modules per tracker and requires only 1 Drive Unit for 360 Modules to provide support for up to 12x 1500-volt strings – **currently the market benchmark**. With only 0.5 pcs. SIGMA foundations per DC string, the high-span safeTrack H4™ reduces tracker installation costs by offering the least amount of posts at the lowest embedding depth.

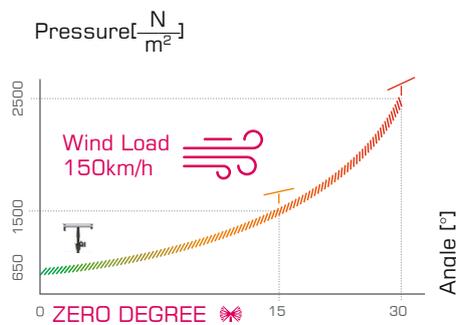
THE DEFINITION OF 2P TRACKING

DISCONNECTED DRIVE



- 2.5 Hz natural frequency
- Zero torsion table
- Galloping excluded

ZERO STOW POSITION



- Up to 300 % less stress
- 360 ° wind protection
- Best in practice stow strategy

DYNAMIC ABSORBERS



- Damping ratio 15%
- 0° stow position safe & stable over entire length
- Dynamic stability in any position

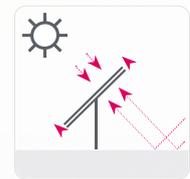
THE LONGEST TRACKER IN THE MARKET

up to 180 meters | 360 modules



GENERAL MECHANICAL FEATURES

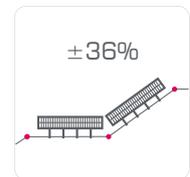
| | |
|--|---|
| Tracking type | Horizontal single axis tracker – unlinked row |
| Typical tracker size | 2 Portrait II 183 mtr. (max.) |
| Array height | 2.20 m (7'22") Standard |
| H4^{PLUS} bifacial features | H4^{PLUS} – tracker height gain compensation |
| Tracking range | ± 55° |
| Wind protection | Stow Position 0° / multi damping |
| Foundations | Sigma shape |
| Materials | Galvanized steel |
| Warranty | 10 Years II Standard |



- ▲ HIGHER YIELD
- ▲ MORE RAIL DISTANCE
- ▼ LESS SHADING

POWER AND CONTROLL SYSTEM

| | |
|------------------------------------|--|
| Software | KoRoNa™ by IDEEMATEC |
| Solar tracking method | Astronomical algorithm II 3D adaptive backtracking |
| Communication | Full wired II redundant data transfer and control flow |
| Drive type | High accuracy slew gear – disconnected |
| Motor type | CE 400V 50Hz/ UL 480V 60Hz |
| Operating temperature range | -20°C up to +55°C |
| Warranty | 5 Years II Standard |



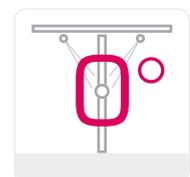
EXTREMELY ADAPTABLE
TO ANY TERRAIN



ONLY 1 DRIVE UNIT
FOR 150 KWP

MODULES AND CONFIGURATION

| 2P configuration 1500 Volt | Modules Pcs. | | Strings | Width | Length |
|-------------------------------|-----------------|-----|---------|-------------------|-------------|
| 6 Table | 336 | 360 | 12 | 72 cell / 78 cell | 174m / 186m |
| 5 Table | 280 | 300 | 10 | 4.0m / 4.4m | 145m / 155m |
| 4 Table | 224 | 240 | 8 | | 116m / 124m |



SAFE AND STABLE
0° STOW POSITION

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: PF LEON (Bifacial)

Variant: New simulation variant

Tracking system

System power: 31.04 MWp

Sevilla - Spain



Project: PF LEON (Bifacial)

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.1.1

Simulation date:
21/06/23 12:49
with v7.1.1

Project summary

| | | |
|---|--------------------|-------------------------|
| Geographical Site | Situation | Project settings |
| Sevilla | Latitude 37.38 °N | Albedo 0.20 |
| Spain | Longitude -5.97 °W | |
| | Altitude 24 m | |
| | Time zone UTC+1 | |
| Meteo data | | |
| Sevilla | | |
| Meteonorm 7.3 (1996-2010), Sat=100% - Synthetic | | |

System summary

| | | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Grid-Connected System | Tracking system | |
| Simulation for year no 10 | | |
| PV Field Orientation | Near Shadings | User's needs |
| Tracking plane, horizontal N-S axis | Linear shadings | Unlimited load (grid) |
| Axis azimuth 0 ° | | |
| System information | | |
| PV Array | Inverters | |
| Nb. of modules 56432 units | Nb. of units 15 units | |
| Pnom total 31.04 MWp | Pnom total 30.00 MWac | |
| | Pnom ratio 1.035 | |

Results summary

| | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Produced Energy 67555 MWh/year | Specific production 2177 kWh/kWp/year | Perf. Ratio PR 81.26 % |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------|

Table of contents

| | |
|---|---|
| Project and results summary | 2 |
| General parameters, PV Array Characteristics, System losses | 3 |
| Horizon definition | 5 |
| Near shading definition - Iso-shadings diagram | 6 |
| Main results | 7 |
| Loss diagram | 8 |
| Special graphs | 9 |



Project: PF LEON (Bifacial)

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.1.1

Simulation date:
21/06/23 12:49
with v7.1.1

General parameters

| Grid-Connected System | | Tracking system | | Models used | |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------|--|
| PV Field Orientation | | Trackers configuration | | Transposition Perez | |
| Orientation | | Nb. of trackers 3800 units | | Diffuse Perez, Meteonorm | |
| Tracking plane, horizontal N-S axis | | Sizes | | Circumsolar separate | |
| Axis azimuth 0 ° | | Tracker Spacing 12.0 m | | | |
| | | Collector width 4.79 m | | | |
| | | Ground Cov. Ratio (GCR) 39.9 % | | | |
| | | Shading limit angles | | | |
| | | Phi limits +/- 66.4 ° | | | |
| Horizon | | Near Shadings | | User's needs | |
| Average Height 1.4 ° | | Linear shadings | | Unlimited load (grid) | |
| Bifacial system | | | | | |
| Model | | 2D Calculation | | | |
| | | unlimited trackers | | | |
| Sizes | | | | | |
| Tracker Spacing | | 12.00 m | | | |
| Tracker width | | 4.79 m | | | |
| Tracking limit angle | | 55 ° | | | |
| GCR | | 39.9 % | | | |
| Axis height above ground | | 2.10 m | | | |
| Bifacial model definitions | | | | | |
| Ground albedo | | 0.30 | | | |
| Bifaciality factor | | 70 % | | | |
| Rear shading factor | | 5.0 % | | | |
| Rear mismatch loss | | 10.0 % | | | |
| Module transparency | | 0.0 % | | | |

PV Array Characteristics

| PV module | | Inverter | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Manufacturer | Trina Solar | Manufacturer | Siemens |
| Model | TSM-550DEG19C.20 | Model | Sinvert PVS2000 |
| (Custom parameters definition) | | (Custom parameters definition) | |
| Unit Nom. Power | 550 Wp | Unit Nom. Power | 2000 kWac |
| Number of PV modules | 56432 units | Number of inverters | 15 units |
| Nominal (STC) | 31.04 MWp | Total power | 30000 kWac |
| Array #1 - PV Array | | Array #2 - Sub-array #2 | |
| Number of PV modules | 3792 units | Number of inverters | 1 Unit |
| Nominal (STC) | 2086 kWp | Total power | 2000 kWac |
| Modules | 237 Strings x 16 In series | Operating voltage | 450-750 V |
| At operating cond. (50°C) | | Pnom ratio (DC:AC) | 1.04 |
| Pmpp | 1957 kWp | | |
| U mpp | 470 V | | |
| I mpp | 4162 A | | |
| Number of PV modules | 52640 units | Number of inverters | 14 units |
| Nominal (STC) | 28.95 MWp | Total power | 28000 kWac |
| Modules | 3290 Strings x 16 In series | | |

**PVsyst V7.1.1**Simulation date:
21/06/23 12:49
with v7.1.1**PV Array Characteristics****Array #2 - Sub-array #2****At operating cond. (50°C)**

P_{mpp} 27.17 MWp
 U_{mpp} 470 V
 I_{mpp} 57779 A

Operating voltage 450-750 V
 P_{nom} ratio (DC:AC) 1.03

Total PV power

Nominal (STC) 31038 kWp
 Total 56432 modules
 Module area 147449 m²
 Cell area 136876 m²

Total inverter power

Total power 30000 kW_{ac}
 Nb. of inverters 15 units
 P_{nom} ratio 1.03

Array losses**Array Soiling Losses**

Loss Fraction 1.5 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
 U_c (const) 29.0 W/m²K
 U_v (wind) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss

Loss Fraction 0.3 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 1.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

Module average degradation

Year no 10
 Loss factor 0.4 %/year

Mismatch due to degradation

I_{mp} RMS dispersion 0.4 %/year
 V_{mp} RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

| 0° | 40° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.000 | 1.000 | 0.998 | 0.992 | 0.983 | 0.961 | 0.933 | 0.853 | 0.000 |

DC wiring losses

Global wiring resistance 0.12 mΩ
 Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #1 - PV Array

Global array res. 1.8 mΩ
 Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #2 - Sub-array #2

Global array res. 0.13 mΩ
 Loss Fraction 1.5 % at STC

System losses**Unavailability of the system**

Time fraction 1.4 %
 5.0 days,
 0 periods



PVsyst V7.1.1

Simulation date: 21/06/23 12:49 with v7.1.1

Horizon definition

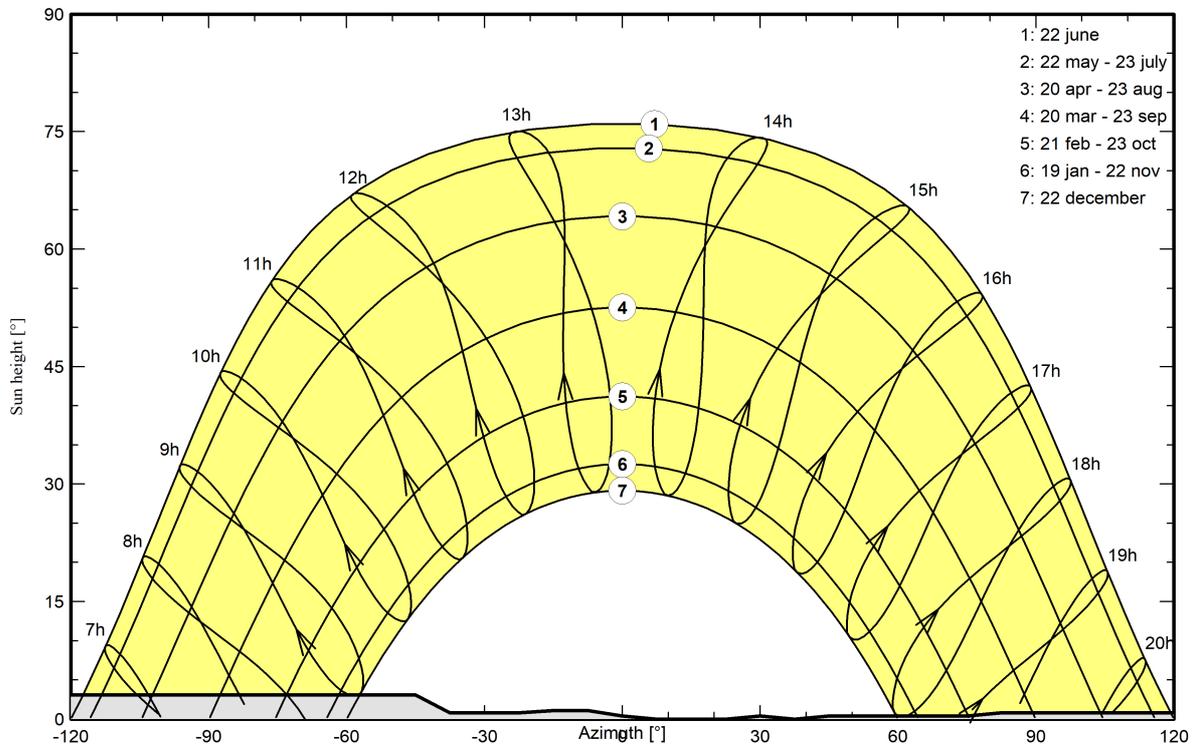
| | | | |
|----------------|-------|-----------------|-------|
| Average Height | 1.4 ° | Albedo Factor | 0.97 |
| Diffuse Factor | 1.00 | Albedo Fraction | 100 % |

Horizon profile

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Azimuth [°] | -180 | -165 | -158 | -143 | -135 | -45 | -38 | -23 | -15 | -8 | 0 | 8 |
| Height [°] | 1.1 | 1.1 | 2.3 | 2.3 | 3.1 | 3.1 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 0.4 | 0.0 |
| Azimuth [°] | 23 | 30 | 38 | 45 | 75 | 83 | 128 | 135 | 165 | 173 | 180 | |
| Height [°] | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 1.1 | 1.1 | |

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

Horizon from PVGIS website API, Lat=37°22'58", Long=-5°58'23', Alt=24m



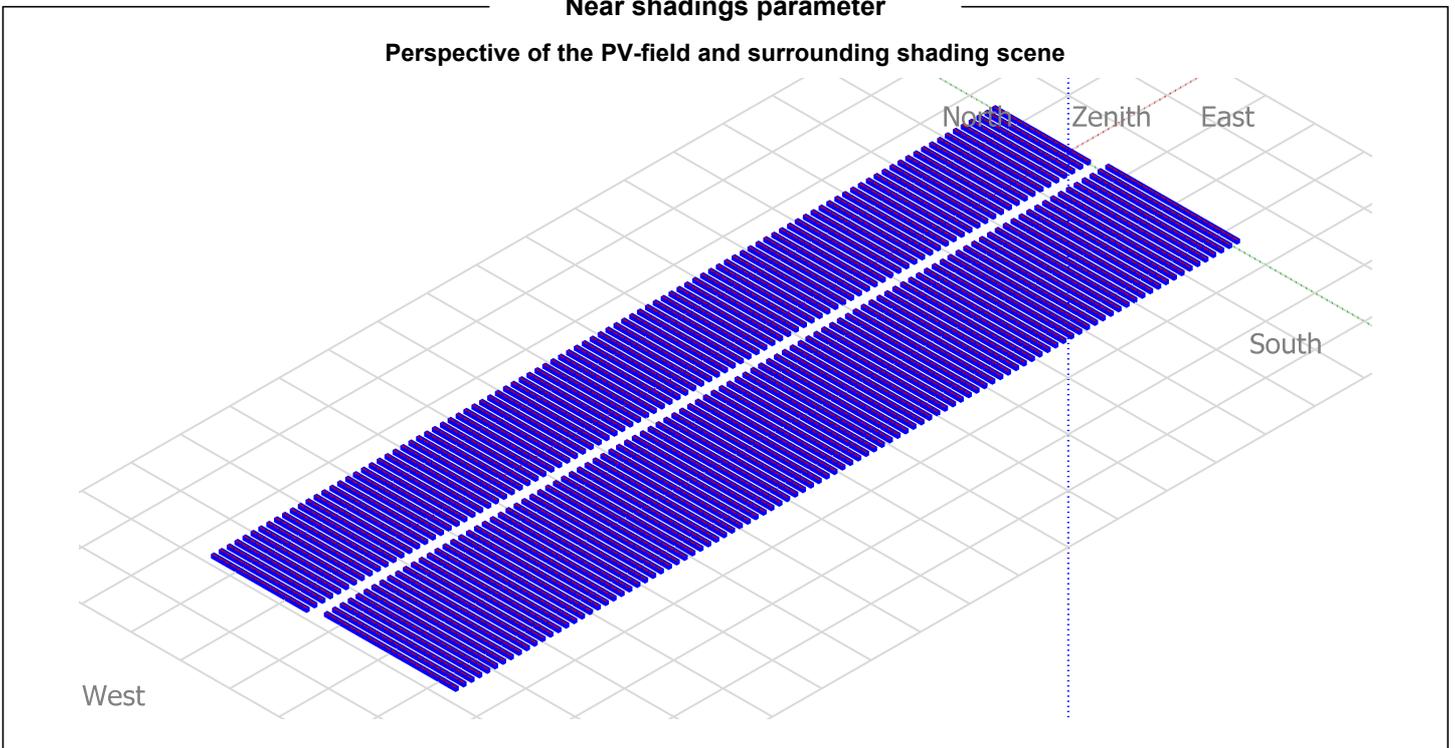


PVsyst V7.1.1

Simulation date:
21/06/23 12:49
with v7.1.1

Near shadings parameter

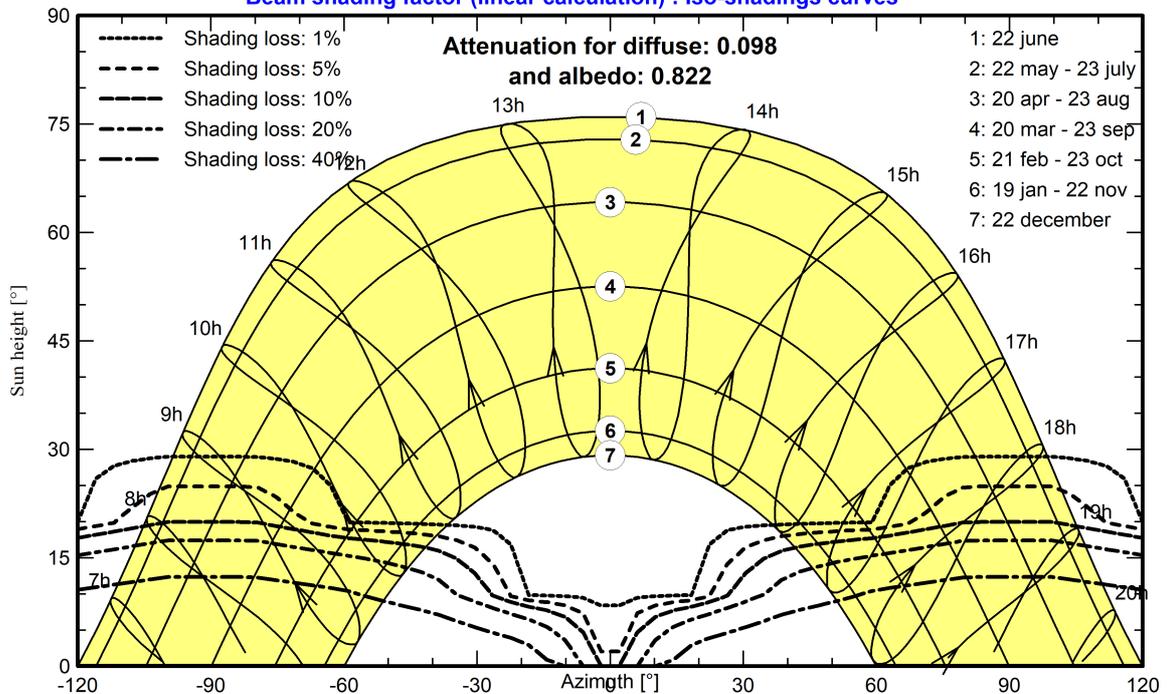
Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

PF LEON (Bifacial)

Beam shading factor (linear calculation) : Iso-shadings curves





PVsyst V7.1.1

Simulation date:
21/06/23 12:49
with v7.1.1

Main results

System Production

Produced Energy 67555 MWh/year

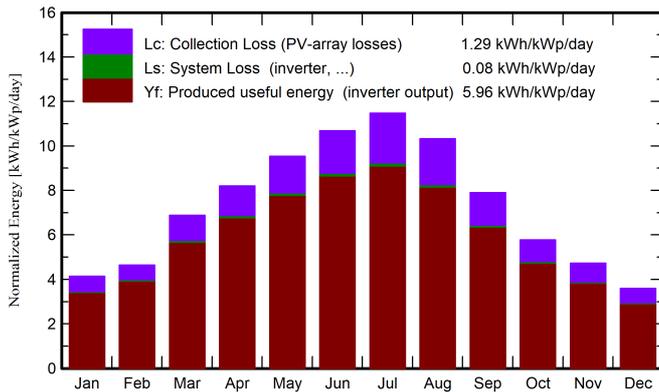
Specific production

2177 kWh/kWp/year

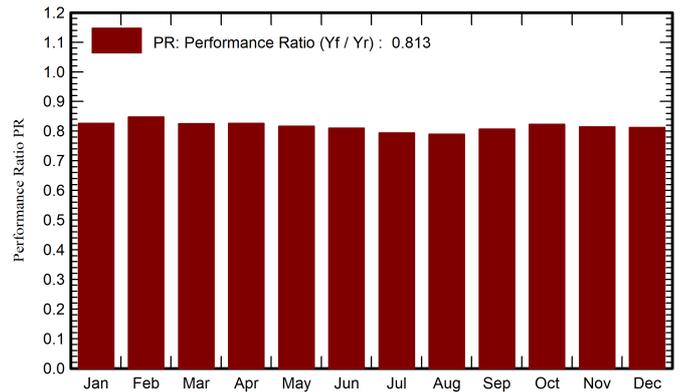
Performance Ratio PR

81.26 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

| | GlobHor kWh/m ² | DiffHor kWh/m ² | T_Amb °C | GlobInc kWh/m ² | GlobEff kWh/m ² | EArray MWh | E_Grid MWh | PR ratio |
|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| January | 84.3 | 27.27 | 10.89 | 128.2 | 114.5 | 3333 | 3290 | 0.827 |
| February | 94.2 | 37.44 | 13.00 | 130.0 | 119.8 | 3468 | 3421 | 0.848 |
| March | 150.5 | 49.75 | 16.10 | 213.4 | 195.4 | 5539 | 5463 | 0.825 |
| April | 178.6 | 63.40 | 17.79 | 246.1 | 228.2 | 6408 | 6314 | 0.827 |
| May | 216.8 | 75.25 | 22.30 | 295.6 | 275.7 | 7602 | 7495 | 0.817 |
| June | 235.6 | 66.13 | 26.84 | 320.5 | 302.1 | 8180 | 8063 | 0.811 |
| July | 254.6 | 46.03 | 29.12 | 355.6 | 333.5 | 8895 | 8767 | 0.794 |
| August | 224.1 | 49.75 | 28.96 | 320.2 | 296.5 | 7964 | 7849 | 0.790 |
| September | 168.0 | 50.30 | 24.90 | 236.9 | 218.9 | 6012 | 5931 | 0.807 |
| October | 126.6 | 46.53 | 21.11 | 178.9 | 164.1 | 4627 | 4569 | 0.823 |
| November | 93.8 | 26.92 | 14.78 | 141.9 | 126.6 | 3634 | 3587 | 0.814 |
| December | 74.4 | 26.54 | 11.57 | 111.4 | 97.6 | 2850 | 2806 | 0.812 |
| Year | 1901.4 | 565.29 | 19.82 | 2678.7 | 2472.8 | 68513 | 67555 | 0.813 |

Legends

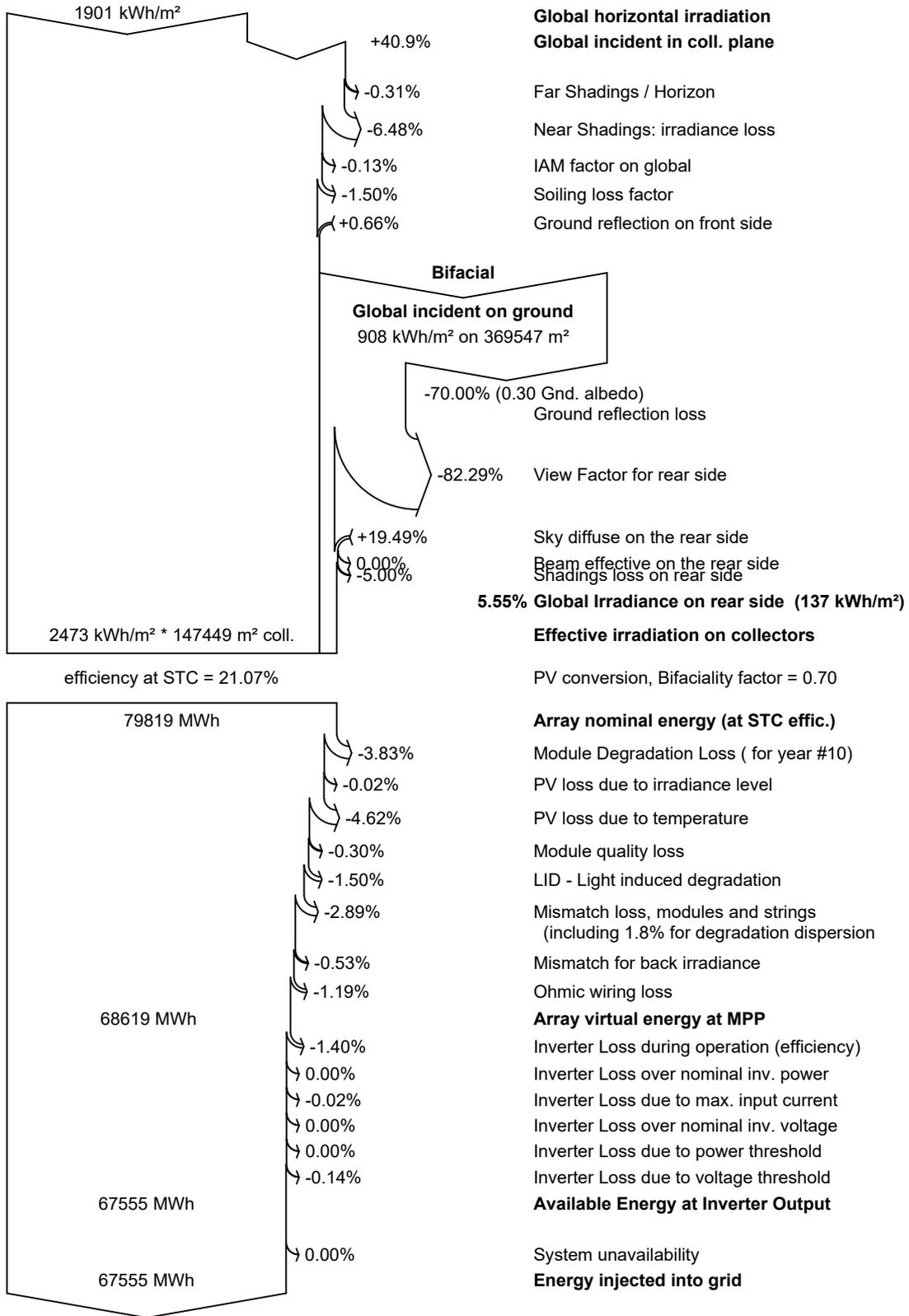
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



PVsyst V7.1.1

Simulation date:
21/06/23 12:49
with v7.1.1

Loss diagram



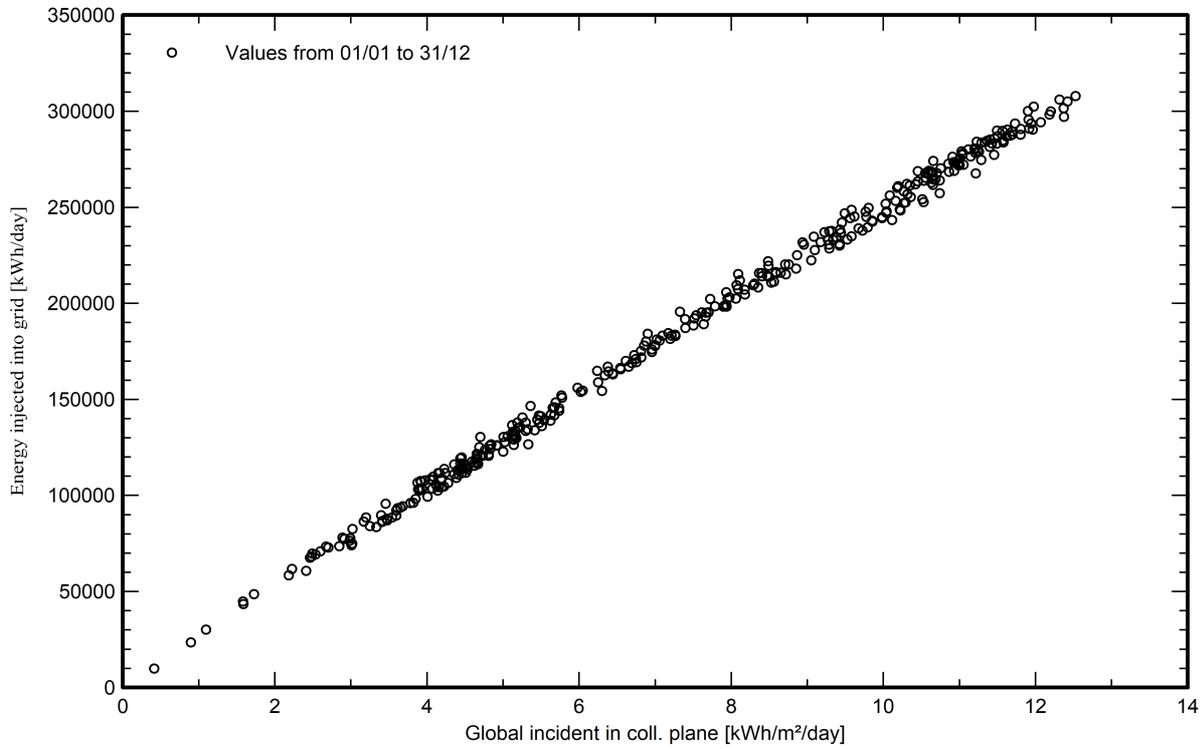


PVsyst V7.1.1

Simulation date:
21/06/23 12:49
with v7.1.1

Special graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution

