

# PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “SANTA AMALIA” 5,7024 MWp / 4,99 MWn Y SISTEMA DE EVACUACIÓN



**LOCALIZACIÓN:** T.M. BADAJOZ  
(BADAJOZ)

**PETICIONARIO:** PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, S.L

**CIF:** B-56237167  
Calle Espoz y Mina Nº2-3,  
28012, Madrid

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



## HISTORIAL DE REVISIONES

Fecha	Versión	Cambios
Septiembre 2022	1	Versión original
Septiembre 2023	2	Cambio de Ubicación de la Planta Fotovoltaica

## **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 Y COORDENADAS UTM**

**ANEXO II. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

**CAPITULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES**

**CAPITULO V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**CAPITULO VI. FICHAS TÉCNICAS**

**CAPITULO VII. PLANOS**

## ÍNDICE

CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO.....	9
CAPÍTULO I. MEMORIA.....	11
1. OBJETO.....	12
1.1. Adecuación al Planeamiento Territorial existente .....	12
2. ANTECEDENTES .....	13
3. TITULAR .....	14
4. SITUACIÓN .....	15
4.1. Superficie ocupada .....	16
4.2. Emplazamiento .....	16
4.3. Vallado de la planta fotovoltaica.....	17
5. NORMATIVA APLICADA .....	18
5.1. Directivas comunitarias aplicables.....	18
5.2. Legislación eléctrica aplicable .....	18
5.3. Legislación obra civil aplicable .....	19
5.4. Legislación seguridad e higiene aplicable .....	19
5.5. Legislación medio ambiente aplicable .....	20
5.6. Legislación aplicable a subestación .....	20
5.7. Otras disposiciones.....	21
6. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA .....	22
6.1. Descripción general .....	23
6.2. Descripción de los principales componentes.....	24
6.3. Obra civil.....	33
7. SISTEMA DE EVACUACIÓN INTERIOR .....	39
7.1. Módulos fotovoltaicos-caja de concentración de strings .....	39
7.2. Caja de concentración de strings-inversor.....	40
7.3. Inversor-Transformador.....	40
7.4. Sistema colector.....	40
8. ESTIMACIONES DE LA INSTALACIÓN .....	41
8.1. Radiación sobre superficie horizontal.....	41
8.2. Radiación sobre superficie real. ....	41
8.3. Pérdidas en el sistema fotovoltaico. ....	42

8.4.	Efecto de la Temperatura.....	42
8.5.	Pérdidas por sombras.....	43
8.6.	Pérdidas en el inversor.....	43
9.	EDIFICIO O&M .....	45
9.1.	Características generales.....	45
9.2.	Descripción de calidades materiales .....	46
9.3.	Instalaciones .....	48
10.	CENTRO DE SECCIONAMIENTO ELÉCTRICO .....	55
10.1.	Características de las celdas .....	55
10.2.	Puesta a Tierra del centro de seccionamiento .....	58
10.3.	Instalaciones secundarias.....	59
11.	SISTEMA DE EVACUACIÓN .....	60
11.1.	Descripción general.....	60
11.2.	Emplazamiento.....	60
11.3.	Afecciones organismos.....	60
12.	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV .....	62
12.1.	Disposición física de la línea subterránea.....	62
12.2.	Esquema de conexión .....	63
12.3.	Descripción de los materiales .....	64
12.4.	Puesta a tierra .....	68
12.5.	Canalizaciones .....	68
12.6.	Canalización bajo carretera .....	69
12.7.	Perforaciones subterráneas.....	69
13.	CRONOGRAMA .....	71
CAPÍTULO II. MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....		73
1.	RESUMEN PRESUPUESTO .....	74
CAPITULO III. ANEXOS .....		76
ANEXO I RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA) Y COORDENADAS UTM DE LA INSTALACIÓN .....		77
ANEXO II CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....		84
1.	CÁLCULOS BAJA TENSIÓN .....	85
1.1.	Circuitos de corriente continua hasta cajas de concentración de string.....	85
1.2.	Circuitos de corriente continua entre CCS y embarrados .....	87

1.3.	Circuitos de corriente alterna desde inversores hasta conexión .....	89
1.4.	Resistencia de puesta a tierra .....	93
2.	CÁLCULO DE PROTECCIONES .....	94
3.	CÁLCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA SISTEMA COLECTOR .....	97
3.1.	Características eléctricas del conductor .....	97
3.2.	Intensidades máximas admisibles.....	98
3.3.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible. ....	102
3.4.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor. ....	102
3.5.	Intensidades circulantes por la línea. ....	103
3.6.	Potencia a transportar.....	104
3.7.	Caídas de tensión. ....	104
3.8.	Pérdidas de potencia.....	105
3.9.	Resultados de cálculos eléctricos de la línea colectora. ....	106
4.	CÁLCULOS DE LÍNEA DE EVACUACIÓN – LÍNEA SUBTERRÁNEA .....	107
4.1.	Características eléctricas del conductor.....	107
4.2.	Intensidades máximas admisibles.....	108
4.3.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible. ....	112
4.4.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor. ....	112
4.5.	Intensidades circulantes por la línea. ....	114
4.6.	Potencia a transportar.....	114
4.7.	Caídas de tensión. ....	114
4.8.	Pérdidas de potencia.....	115
5.	RESULTADOS DE CÁLCULO LÍNEA DE EVACUACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA .....	116

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 Situación .....	15
Ilustración 2 Acceso planta fotovoltaica .....	16
Ilustración 3 Dimensión módulo .....	25
Ilustración 4 Panel .....	26
Ilustración 5 Diagrama de Iso-sombreados .....	43
Ilustración 6 Tensión de paso y contacto .....	58
Ilustración 7 Pantallas conectadas rígidamente a tierra .....	64
Ilustración 8 Composición conductor .....	65
Ilustración 9 Topo .....	70

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Resumen características básica .....	10
Tabla 2 Parcelario Planta Fotovoltaica .....	16
Tabla 3 Coordenadas del vallado perimetral.....	17
Tabla 4 Características planta fotovoltaica .....	22
Tabla 5 Parámetros módulo fotovoltaico.....	26
Tabla 6 Parámetros inversor .....	28
Tabla 7 Características.....	29
Tabla 8 Características transformador .....	30
Tabla 9 Dimensiones de los centros de transformación .....	39
Tabla 10 Resultados.....	41
Tabla 11 Características generales celdas .....	56
Tabla 12 Resumen características básicas línea de evacuación.....	60
Tabla 13 Organismos afectados en el trazado de la línea subterránea .....	61
Tabla 14 Características nominal conductor línea subterránea.....	66
Tabla 15 Composición conductor línea subterránea.....	66
Tabla 16 Dimensiones conductor línea subterránea.....	66
Tabla 17 Características eléctricas conductor línea subterránea .....	66
Tabla 18 Tensiones de aislamiento .....	68
Tabla 19 RBDA .....	78
Tabla 20. Factor de corrección por la temperatura ambiente distinta de 40 °C. ....	85
Tabla 21. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos.....	86
Tabla 22. Tecsun H1Z2Z2-K.....	86
Tabla 23. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C.....	87
Tabla 24. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 Km/W .....	88
Tabla 25. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicas o ternas de cables unipolares .....	88
Tabla 26. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación .....	88
Tabla 27. Tecsun H1Z2Z2-K.....	89
Tabla 28. Factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40°C .....	91
Tabla 29. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos.....	91
Tabla 30. Intensidad máxima admisible para cable de 0,6/1 kV de conductor de cobre instalado al aire en galería.....	92

Tabla 31. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno .....	93
Tabla 32. Resistencia del cable a 90°C en función de su sección.....	97
Tabla 33. Reactancia del cable a 90°C en función de su sección .....	97
Tabla 34. Temperaturas máximas admisibles de los conductores.....	98
Tabla 35. Intensidad máxima admisible del cable .....	98
Tabla 36. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C .....	99
Tabla 37. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W.....	100
Tabla 38. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares.....	100
Tabla 39. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m .....	101
Tabla 40. Potencia a transportar de la instalación .....	104
Tabla 41. Reactancia del cable a 90°C en función de su sección .....	105
Tabla 42. Caídas de tensión línea colectora .....	105
Tabla 43. Pérdidas de potencia línea colectora.....	105
Tabla 44. Resultados eléctricos de la línea colectora.....	106
Tabla 45. Resistencia del cable a 90°C en función de su sección.....	107
Tabla 46. Reactancia del cable a 90°C en función de su sección .....	108
Tabla 47. Temperaturas máximas admisibles de los conductores.....	108
Tabla 48. Intensidad máxima admisible del cable .....	109
Tabla 49. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C .....	110
Tabla 50. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W.....	110
Tabla 51. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares.....	111
Tabla 52. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m .....	111
Tabla 53. Potencia a transportar de la instalación .....	114
Tabla 54. Reactancia del cable a 90°C en función de su sección .....	115
Tabla 55. Resultados de cálculo .....	116

## CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	Planta Fotovoltaica "SANTA AMALIA"
DATOS PROMOTOR	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, S.L
• CIF	B-56237167
• DOMICILIO	MADRID
POTENCIA INSTALADA	5,7024 MWp
POTENCIA NOMINAL	4,99 MW
ENERGÍA PRODUCIDA	12.208 MWh/año
PRODUCCIÓN ESPECÍFICA	2.141 kWh/kWp/año
PERFORMANCE RATE (PR)	87,62%
UBICACIÓN	Badajoz/Badajoz/Extremadura
TIPO DE MÓDULOS	Silicio monocristalino
N.º DE MÓDULOS	10.368
CONFIGURACIÓN	Seguidor a un eje (N-S)
POTENCIA DE MODULO	550 Wp
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	2
• N.º DE INVERSORES	2
• POTENCIA INVERSORES	2.495 kW
• N.º TRANSFORMADORES	2
• POTENCIA TRANSFORMADORES	2.500 kVA
CENTRO DE SECCIONAMIENTO	20 KV
LÍNEA DE EVACUACIÓN	5,438 km
○ CONFIGURACIÓN	SUBTERRÁNEA
○ TENSIÓN	20 kV
○ CONDUCTOR	1x (3x95 mm <sup>2</sup> ) Al

Tabla 1 Resumen características básica

## **CAPÍTULO I. MEMORIA**

## 1. OBJETO

El objeto del presente Proyecto es la descripción de las características técnicas de la Instalación Solar Fotovoltaica "SANTA AMALIA" de 4,99 MWn y 5,7024 MWp, junto con su sistema de evacuación, hasta el punto de conexión en la subestación eléctrica "CERRO GORDO" 20kV, propiedad de Endesa, con coordenadas UTM ETRS 89 H29:

X: 681536.59

Y: 4305901.51

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.

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 LMT y la SET para evacuar dicha energía.

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.

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.

### 1.1. Adecuación al Planeamiento Territorial existente

Para la implantación de la Planta Solar Fotovoltaica "SANTA AMALIA" y su línea de evacuación al punto de conexión proporcionado por Endesa en la subestación eléctrica "CERRO GORDO" 20kV, se han tenido en cuenta el Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de Badajoz y normativa urbanística involucrada en el desarrollo de dicha planta fotovoltaica.

## 2. ANTECEDENTES

Se hace constar lo siguiente:

- Que, a fecha de 16 de noviembre de 2021, se presenta a Endesa la solicitud del punto de conexión.
- Que, a fecha de 17 de febrero de 2022, Endesa concede el pliego de condiciones técnicas y el presupuesto económico de la conexión, también conocidos como CTEs.
- Que, a fecha de 17 de febrero de 2022, Endesa concede punto de conexión en su subestación eléctrica "CERRO GORDO" 20 Kv.
- Que, a fecha de 16 de marzo de 2022, se notifica la aceptación de la propuesta previa de Endesa.
- Que, a fecha 21 de septiembre de 2022 se realizó la presentación de la solicitud de Autorización Administrativa Previa y de Construcción junto con toda la documentación relativa al proyecto de la Planta Fotovoltaica "Santa Amalia".
- Que, a fecha 10 de abril de 2022 se recibió la acreditación del cumplimiento del artículo 1 del Real Decreto - Ley 23/2020, de 23 de junio, asignando el número de expediente **GE-M/36/22**.
- Que, se cambia de ubicación con el fin de reducir las distancias de la planta fotovoltaica al punto de conexión, y reducir costes materiales y económicos que, a su vez, favorecen medioambientalmente.

### 3. TITULAR

La entidad promotora de la actuación es la siguiente:

- PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, S.L CIF B-56237167

Los datos de la persona y dirección de contacto a efectos de notificaciones relacionadas son los siguientes:

- Calle Espoz y Mina, N.º 2, 3 Planta, 28012, Madrid

#### 4. SITUACIÓN

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

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

- Latitud: 38.874447°
- Longitud: -6.870847°

A continuación, se muestra una imagen con la implantación de la futura planta fotovoltaica:



Ilustración 1 Situación

Badajoz es una localidad y un municipio español de la provincia de Badajoz, en Extremadura. Está en el centro de la provincia. Limita al norte con los municipios de Alburquerque, Villar del Rey, Puebla de Obando y Cáceres, el este con los municipios de La Roca de la Sierra, Mérida, Guadiana, Pueblo Nuevo del Guadiana, Talavera la Real y Lobón, al sur con los municipios de Solana de los Barros, Corte de Peleas, Entrín Bajo, Torre de Miguel Sesmero, La Albuera, Almendral, Barcarrota, Olivenza y Valverde de Leganés, y al oeste con Portugal.

Su término municipal tiene una extensión de 1.440 km<sup>2</sup> que abarcan un amplio territorio en el que se localizan tanto flora silvestre como terrenos destinados al cultivo de árboles frutales como olivos. Su población alcanza los 150.610 habitantes, según datos del censo del INE de 2021.

El terreno es óptimo para la instalación de paneles fotovoltaicos debido a la morfología del mismo, siendo este relativamente llano y sin ningún obstáculo aparente.

El proyecto está situado en el centro de la provincia, a unos 8,6 km al este del centro de la ciudad de Badajoz con una altura promedio de 225 metros sobre el nivel del mar, como puede verse en los planos.

El acceso general a la planta se podrá realizar desde la carretera N-V, entre p.k.388 y p.k.387, continuando por el camino de Las Padroneras. La vía de acceso a la planta será a través de los caminos públicos.

No se va a modificar el firme de la vía, por las características de los vehículos y maquinaria que se emplearán en la construcción de la planta, ni se interrumpirá el tránsito por la zona. Se respetará la anchura legal de la vía, y una servidumbre de 3 m a cada lado de la vía antes de comenzar con la instalación del cerramiento.

El camino de acceso a cada una de las zonas que componen la planta será desde un punto del camino cercano más idóneo, para lo cual se realizará un acondicionamiento adecuado para su enlace y se deberá seguir las recomendaciones marcadas por el Ayuntamiento afectado.

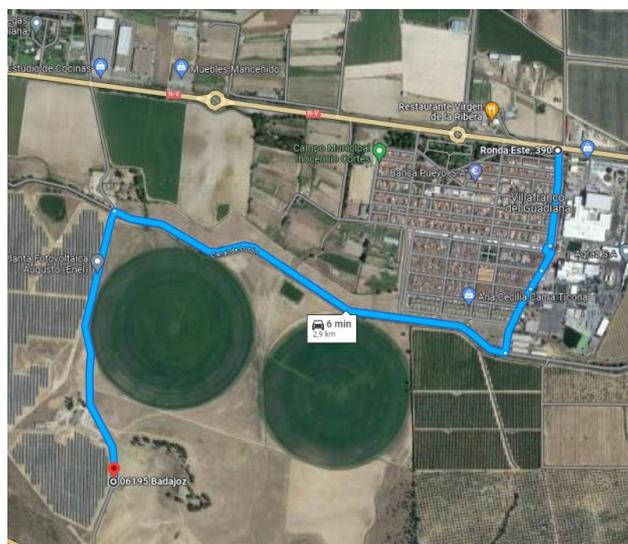


Ilustración 2 Acceso planta fotovoltaica

#### 4.1. Superficie ocupada

La superficie total prevista es de 11,297 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 1.605 metros lineales y una altura de 2 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 la siguiente finca en el término municipal de Badajoz, en la provincia de Badajoz:

TERMINO MUNICIPAL	POLÍGONO	PARCELAS	AFECCION	REF. CAT.
Badajoz	185	9	Ocupación	06900A18500009

Tabla 2 Parcelario Planta Fotovoltaica

### 4.3. Vallado de la planta fotovoltaica

Las zonas quedarán limitadas por su correspondiente vallado:

COORD VALLADO. UTM ETRS89 H29					
PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y
1	684498.64	4305213.42	21	684802.68	4304873.77
2	684497.31	4305200.72	22	684876.47	4304856.52
3	684496.22	4305190.89	23	684884.03	4304854.76
4	684492.55	4305180.68	24	684885.86	4304854.33
5	684481.30	4305150.85	25	684915.13	4304849.73
6	684468.14	4305116.38	26	684954.88	4304846.08
7	684453.61	4305077.44	27	684972.50	4304843.91
8	684442.52	4305050.14	28	684972.56	4304907.67
9	684440.18	4305043.13	29	684935.21	4304938.29
10	684435.00	4305011.63	30	684919.93	4304950.82
11	684435.35	4305002.11	31	684919.93	4304991.92
12	684436.37	4304989.42	32	684901.12	4305036.07
13	684478.95	4304968.43	33	684901.12	4305124.19
14	684506.52	4304954.83	34	684830.22	4305124.19
15	684581.35	4304931.49	35	684793.56	4305084.76
16	684603.24	4304925.77	36	684723.76	4305084.76
17	684658.87	4304910.32	37	684657.82	4305121.26
18	684696.62	4304897.50	38	684641.91	4305134.39
19	684725.35	4304893.03	39	684626.56	4305151.25
20	684767.98	4304882.41	40	684626.56	4305213.42

Tabla 3 Coordenadas del vallado perimetral

## 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.
- **Pliego 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 “SANTA AMALIA”, objeto de esta memoria, se contempla como una sola instalación de 4.990 kW nominales, cuya superficie total en planta, es de aproximadamente 11,297 Ha y se dispondrá sobre seguidor a un eje polar N-S.

Para generar esta potencia se dispondrán 2 inversores trifásicos de 2,495 MW, a los cuales se conectarán 288 strings en total. A cada inversor de 2,495 MW entrarán 12 cuadros de 12 string, en total 144 string de 36 módulos.

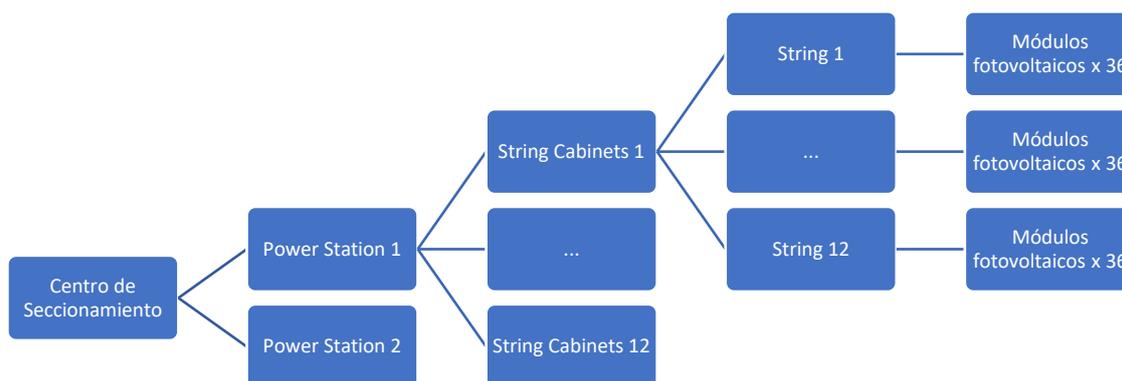
En resumen, la instalación cuenta con 2 Power Stations, formadas por un inversor *INGECON SUN 1245TL U B480* de 2.495 kW y un transformador de 20.000/480 V de 2,5 MVA.

A dichas estaciones de potencia entran 288 strings de 36 módulos de 550 Wp, sumando una potencia pico de 5.702,4 kWp.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	VALOR	UNIDAD
<b>Potencia fotovoltaica instalada</b>	5,7024	MWp
<b>Potencia nominal</b>	4,99	MW
<b>N.º de módulos</b>	10.368	Ud.
<b>N.º módulos por serie</b>	36	Ud.
<b>N.º series en paralelo por inversor</b>	144	Ud.
<b>N.º de inversores</b>	2	Ud.
<b>Tensión de salida AC Power Station</b>	20	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 el centro de seccionamiento.



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.

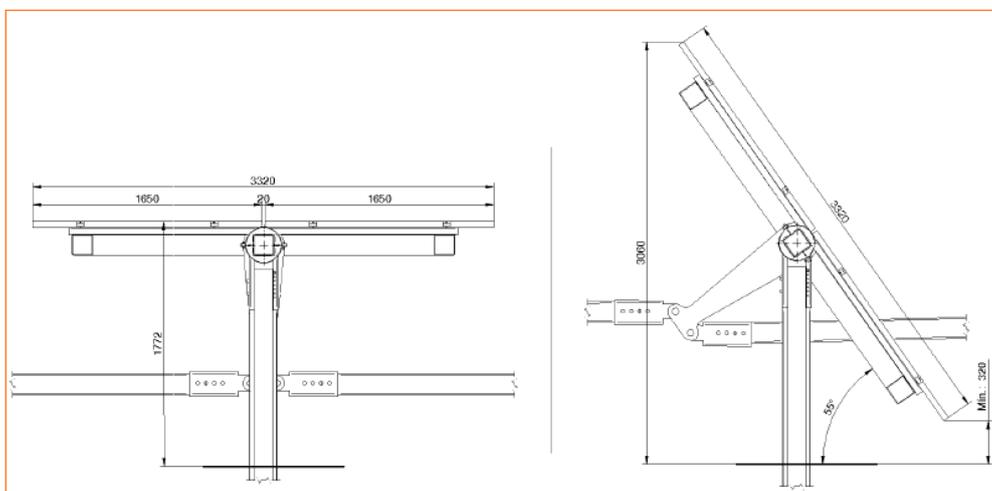
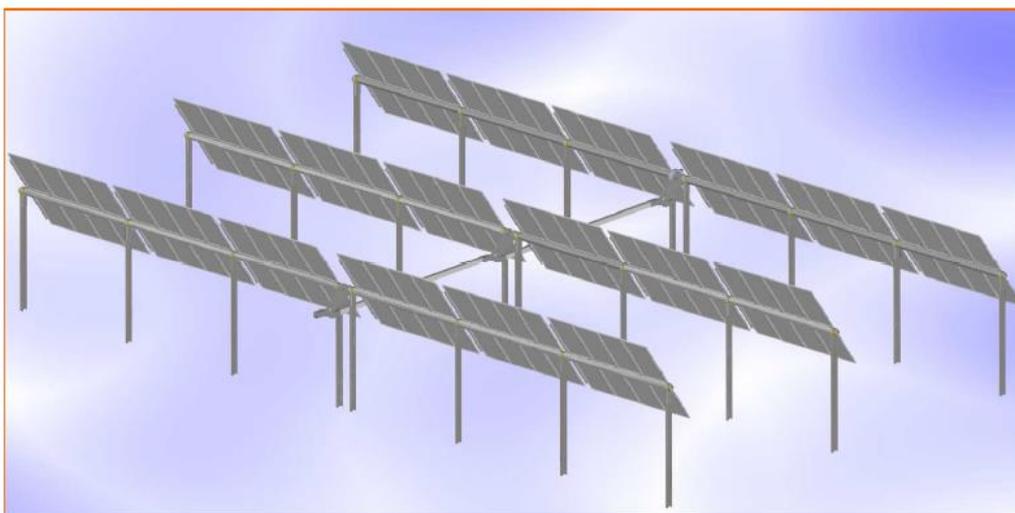
### 6.1. Descripción general

La instalación se llevará a cabo en la Provincia de Badajoz, al este del término municipal de Badajoz. Dentro de la parcela, 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 predominantemente llana y libre de afecciones ambientales.

Se totaliza una superficie real de 11,297 Ha.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre un seguidor a un eje polar N-S con un campo de giro que abarca entre  $-55^{\circ}$  y  $55^{\circ}$ . 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 36 módulos en serie.

Las cadenas se agruparán en 6 grupos de 12 cadenas conectadas a una misma caja de corriente continua o combiner box. Desde dicha caja de corriente continua se evacuará la energía generada en baja tensión hasta una Power Station, formando un subcampo.

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 el centro de seccionamiento mediante una red subterránea.

Dicha red subterránea llevará la energía generada hasta el centro de seccionamiento eléctrico y que evacúe en el punto de conexión designado a tal efecto en la subestación eléctrica "CERRO GORDO" 20 kV, 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.

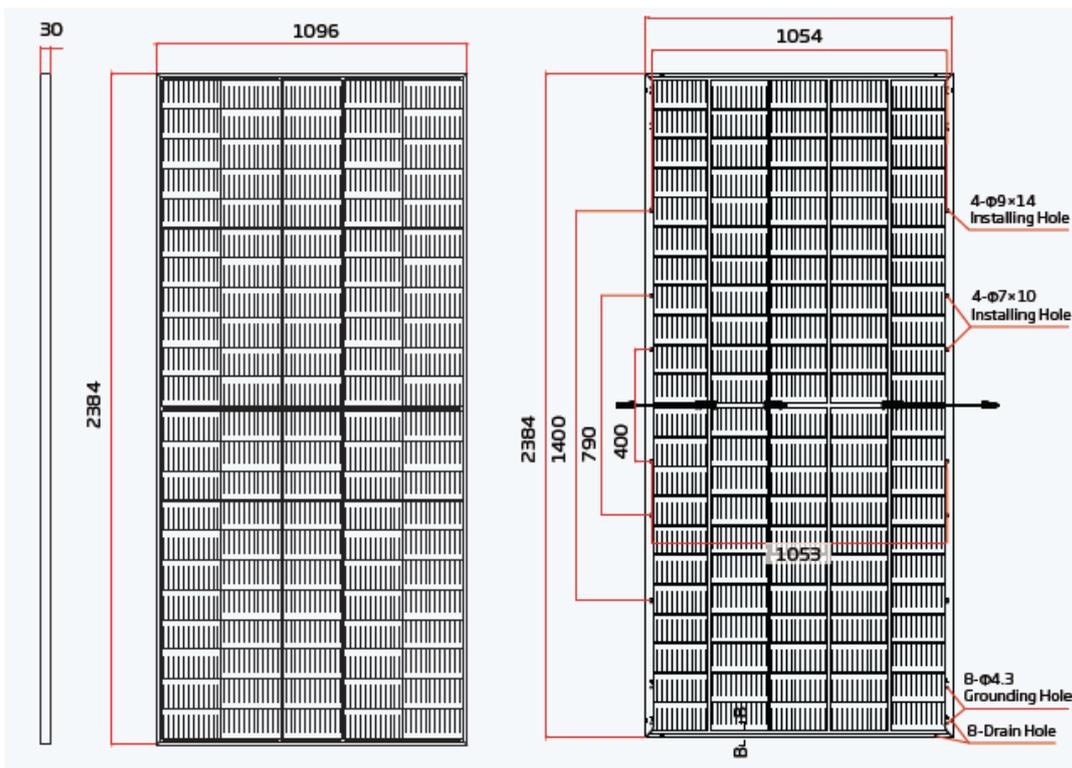


Ilustración 3 Dimensión módulo

La Planta Solar Fotovoltaica “SANTA AMALIA” estará formada por 10.368 módulos del siguiente fabricante:

**TRINA SOLAR**, modelo Vertex Bifacial Dual Glass TSM.DEG19C.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.DEG19C.20	
Potencia	550	Wp
Mono/Poli	Monocristalino bifacial	
DATOS ELÉCTRICOS		
Nº Células	110	
$V_{MPP}$	31,80	V
$I_{MPP}$	17,29	A
$V_{OC}$	38,10	V

I <sub>sc</sub>	18,39	A
Eficiencia	21,0	%
Tensión máxima (IEC)	1500	V (DC)
<b>DATOS MECÁNICOS</b>		
Altura	2384	mm
Anchura	1096	mm
Profundidad	30	mm
Peso	32,3	kg

Tabla 5 Parámetros módulo fotovoltaico



Ilustración 4 Panel

### 6.2.2. Seguidores solares

Los módulos de la instalación se situarán sobre seguidores solares. Los seguidores solares están formados por un conjunto de alineaciones orientadas Norte-Sur que giran alrededor de su eje con el objetivo de realizar el seguimiento solar desde Este a Oeste. Las alineaciones Norte-Sur están conectadas por un eje transmisor central que, mediante rodamientos, se encarga de lograr el movimiento cenital coordinado.

El motor necesario para girar la estructura sobre el eje y realizar el seguimiento solar está autoalimentado con la energía generada en el propio seguidor.

El ángulo de rotación de las alineaciones es de 120° (±60°) en sentido Este-Oeste.

Para evitar sombras entre alineaciones consecutivas, el seguidor cuenta con sistema de backtracking, lo que anula la pérdida debida a sombras. Además, se dejará entre filas una distancia mínima de seguridad, que puede optimizarse dependiendo de la inclinación del terreno, y que inicialmente se ha considerado un mínimo de 7 m en la dirección Este-Oeste.

La estructura soporte de los seguidores permite su fijación al terreno mediante hincado directo.

En aplicación de la normativa vigente, la estructura en la que apoyan los módulos y su fijación al terreno deberá ser capaz de soportar tanto los esfuerzos de los propios equipos (módulos, motores y cajas de conexión) así como de los elementos externos que normalmente pueden influir en la instalación, incluidas las posibles sobrecargas debidas a viento o nieve.

Los materiales utilizados para la construcción de los seguidores son acero de alta resistencia S275 y/o S355 y galvanizado en caliente bajo la norma ISO 1461 con lo que las estructuras estarán protegidas contra la corrosión.

La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable. La de fijación de módulos estará sin embargo realizada en acero inoxidable. El modelo de fijación garantizará las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

La altura del eje del seguidor al suelo será de 2,5 metros. El eje del seguidor soporta dos filas de módulos en posición vertical (una a cada lado del eje). La longitud del módulo a instalar es de 2,384 metros de largo. La altura máxima que alcanzaría la parte más alta de los módulos sobre el terreno (cuando el seguidor está inclinado 60º), sería de 4,56 metros.

$$H_{max} = H_{seguidor} + L_{mod} * \text{sen}(60^\circ) = 2,5 + 2,384 * \text{sen}(60^\circ) = 4,56 \text{ m}$$

### **6.2.3. 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 2 inversores trifásicos de 2.495 kW de potencia nominal de salida del fabricante Ingeteam, modelo Dual Ingecon SUN 1245TL U B480.

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:

<b>INVERSOR</b>	
<b>PARÁMETRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Fabricante	Ingeteam
Modelo	Dual Ingecon SUN 1245TL U B480
<b>DATOS ELÉCTRICOS</b>	
Potencia nominal del inversor	2.495 kW
Intensidad máxima del inversor	1.870 A
Rango de tensiones MPP	686-1.300 Vcc
Máxima tensión de entrada	1.500 Vcc
Tensión de salida	480 V
Factor de potencia	1
Temperatura de trabajo	-20...+57 °C
Frecuencia	50 Hz
Rendimiento	98,9 %
Sistema de refrigeración	Forzada mediante ventilador
<b>DATOS MECÁNICOS</b>	
Dimensiones	5.638,8x825,5x2.270,76mm
Grado de protección	IP-14
Peso	3.243,19 kg

Tabla 6 Parámetros inversor

#### 6.2.4. Centros de transformación

Los centros de transformación prefabricados están formados por una envolvente de hormigón de estructura monobloque que contará 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 2 centros de transformación para la recogida de la energía eléctrica convertida por los inversores para posteriormente ser transformada de BT a MT.

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 el centro de seccionamiento, 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 2,500 MVA, 20/0,48 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 20 kV hasta el siguiente CT y por último hasta el centro de seccionamiento para evacuar la energía producida.

#### 6.2.4.1. CELDAS MT

Estos equipos incorporan la aparamenta de maniobra para el nivel de tensión de 20 kV en el interior de recintos blindados en atmósfera de gas SF6.

Las características principales de estos equipos son:

<b>CELDAS 20 kV</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Aislamiento SF6</b>
<b>Tensión nominal asignada</b>	24 kV
<b>Tensión de ensayo de corta duración (1 min) a 50 Hz</b>	50 kV
<b>Tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50) <math>\mu</math>s</b>	125 kV
<b>Intensidad asignada de corta duración (1 s)</b>	16 kA
<b>Poder de cierre nominal de cortocircuito</b>	20 kA

Tabla 7 Características

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.

#### 6.2.4.2. TRANSFORMADOR DE MEDIA TENSIÓN

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

TRANSFORMADOR		
PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>Potencia nominal</b>	2.500	kVA
<b>Frecuencia</b>	50	Hz
<b>Tensión Primario</b>	0,48	kV
<b>Tensión Secundario</b>	20	kV

Tabla 8 Características transformador

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.

#### 6.2.5. *Medida*

La medida de facturación de la planta fotovoltaica se realizará en el centro de seccionamiento cumpliendo con el Reglamento Unificado de Puntos de Medida.

En el futuro centro de seccionamiento de la planta se instalará un equipo de medida comprobante para registrar la producción y el consumo de la planta.

#### 6.2.6. *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 KH1Z2Z2-K, cuyas características técnicas principales son las que se muestran a continuación:

- Preparado para tensiones de 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 RZ1-K 0,6/1kV, cuyas características técnicas principales son las que se muestran a continuación:

- Preparado para tensiones de 0,6/1 kV en corriente alterna.
- 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 deberán 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 mm<sup>2</sup>, 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 H1Z2Z2-K.

#### **6.2.7. Cableado MT**

La conexión entre los CT se realizará en cable de aluminio unipolar tipo RH5Z1 (S), para una tensión nominal de 12/20 kV y una tensión máxima de 24 kV con aislamiento en polietileno reticulado (XLPE), de sección 95, 150, 240 o 400 mm<sup>2</sup>.

#### **6.2.8. Puesta a tierra**

La planta estará provista de una puesta a tierra con cable desnudo de cobre de 35 mm<sup>2</sup> 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).

#### **6.2.9. 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.

#### **6.2.10. 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 20 kV mediante el transformador BT/MT.

### *6.2.11. 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 cinético de 2 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 20 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 discurren por la misma) y una profundidad de hasta 1,20 m. Los cables se cubrirán con 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.

### *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 del centro de seccionamiento (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 únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio, en lo posible, en su estado natural, por lo que no podrá ser usado, bajo ningún concepto, 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 3,5 m en los viales interiores de la planta, para dar acceso a los centros de transformación. Los caminos internos perimetrales y de paso de la planta fotovoltaica suman una longitud de 4862 metros y un área de 17017 m<sup>2</sup>.
- La anchura mínima necesaria es de 3,5 m en los viales exteriores de la planta, para dar acceso a la entrada de la planta fotovoltaica.
- En el interior de las plantas, la distancia de separación que se proyectan entre cada hilera de módulos (aproximadamente 7 metros) hacen posible el tránsito de vehículos y maquinaria de mantenimiento, además de indicar la zona de paso transitable para trabajadores. Entre los módulos fotovoltaicos y el vallado perimetral de la planta, siempre habrá viales con una anchura mínima de 3,5 metros para que en la ejecución de la obra haya un espacio suficiente para la maquinaria.
- 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.
- 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*

A efectos de cimentaciones se pueden clasificar los elementos constructivos de la planta solar fotovoltaica en dos grupos:

- Centros de transformación.
- Seguidores de la planta fotovoltaica.

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.

Para los seguidores, en principio se ha previsto que el método de fijación con el terreno sea mediante hincado, a una profundidad suficiente dependiendo de las características de terreno y en cualquier caso deberá ser definido por el fabricante de los seguidores.

La definición final de ambos métodos 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 fotovoltaicos al contenedor, se instalarán canalizaciones de cables.

Las canalizaciones de cables pueden consistir en cables tendidos directamente en zanjas preparadas a tal 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 directamente enterrados en zanja; 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 discurren 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, condena y bombín. La anchura de dicho portón será de 6 metros.

El vallado será de malla tipo cinegética y se realizará de acuerdo al Decreto 226/2013, de 3 de diciembre de la Junta de Extremadura por el cual se regulan las condiciones para la instalación, modificación y reposición de cerramientos cinegéticos, 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 metros y con una cuadrícula a nivel del suelo de 30 por 15 cm mínimo. Dispondrá en cada vano de placas de color blanco y acabado mate de 25x25cm, en la parte superior del cerramiento con el fin de hacerla más visible para la avifauna. Estas placas no deberán tener ángulos cortantes. Además, la malla deberá tener una luz mínima efectiva de 15x15 cm en la parte inferior e inmediata al suelo.

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. A parte de los postes, no contará con ningún otro sistema de anclaje al suelo.

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 mm<sup>2</sup> 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 procesamiento 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 el centro de seccionamiento. Los principales componentes son los siguientes:

- Centros de transformación
  - Envolverte (5,45m x 5,8m)
  - Caja de concentración de strings
  - 2 estaciones de Media Tensión, las cuales integran cada una a su vez:
    - Inversor de 2.495kW
    - Transformador 0,48/20 kV de 2.500 kVA
  - Celdas de Media Tensión
  - Cuadro auxiliar de BT
  - UPS local
  - Cuadro de monitorización
  - Transformador para servicios auxiliares

Las medidas específicas de los elementos más importantes serán:

	LARGO	ANCHO	ALTO	SUPERFICIE
<b>INVERSOR</b>	5,64 m	0,83 m	2,27 m	4,68 m <sup>2</sup>
<b>CELDAS BT</b>	2 m	0,5 m	2,75 m	1 m <sup>2</sup>
<b>TRANSFORMADOR</b>	3 m	2 m	2,75 m	6 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>				11,68 m <sup>2</sup>

Tabla 9 Dimensiones de los centros de transformación

- Sistema colector de 20 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 estructura soporte de los módulos fijos, 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 12 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 480 V.

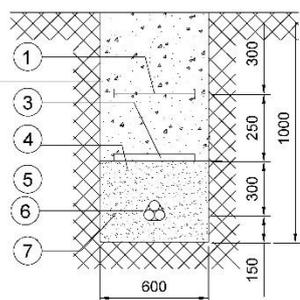
Para la conexión entre el inversor y el transformador, el cual eleva la tensión del circuito a 20 kV, que es la tensión deseada para llevar a cabo el transporte de energía sin que repercutan significativamente las pérdidas, se realiza mediante 6 ternas trifásicas RZ1-K (AS) 0,6/1KV, debido a la considerable 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 con el centro de seccionamiento de la planta mediante una terna trifásica RH5Z1 12/20 kV AI, con una sección de 95mm<sup>2</sup> y una tensión de 20 kV.

En esta planta, habrá un circuito para conectar cada una de las estaciones de MT con el centro de seccionamiento.

Las zanjas de distribución por donde circulará dicha línea colectora tendrán una profundidad de 1 metros y una anchura de 0,60 metros. En total, la longitud de zanja para enterrar los circuitos de línea colectora será de 0,608 km.



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 trebol, sujeto con cinta de PVC cada 1,5m

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 Solar Fotovoltaica “SANTA AMALIA” 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 Solar Fotovoltaica “SANTA AMALIA” con una potencia instalada de 5,7024 MWp. Para ello se han realizado unos cálculos basados en la estimación del potencial solar de la zona.

Datos de partida:

- Término Municipal de Badajoz (Badajoz)
  - Latitud: 38.859524º
  - Longitud: -6.830901º
- Instalación de los módulos: Seguidor a un eje N-S
- Potencia instalada: 5,7024 MWp.

P.F. Santa Amalia	
<b>Performance Ratio</b>	87,62%
<b>Producción Especifica</b>	2141 kWh/kWp/year

Tabla 10 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:

- 12.208 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/m<sup>2</sup>.

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<sub>cc</sub> (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/m<sup>2</sup> sobre un plano inclinado 20° sobre la horizontal.
- G\*: Irradiancia en STC, 1.000 W/m<sup>2</sup>.

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...

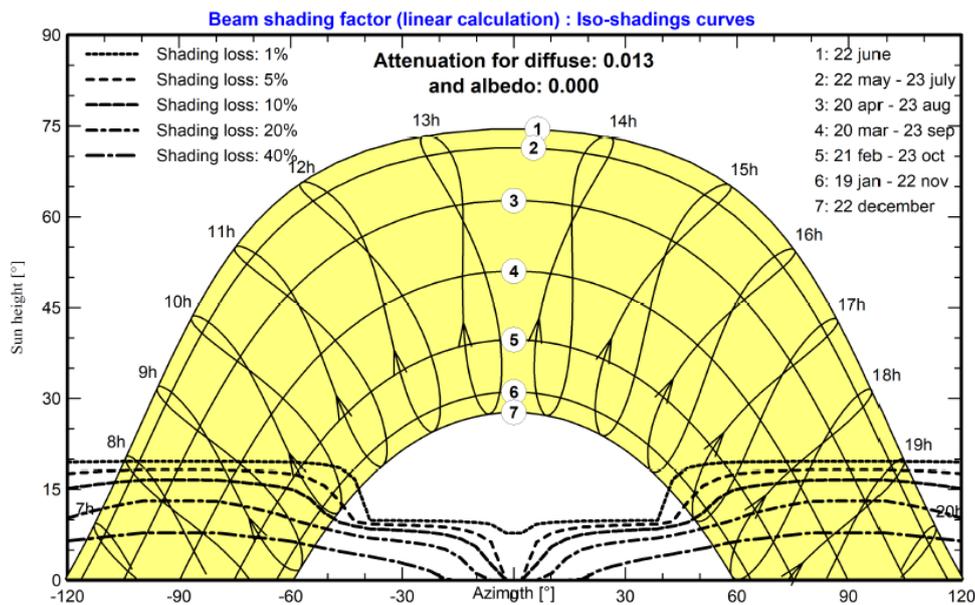


Ilustración 5 Diagrama de Iso-sombreados

### 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. EDIFICIO O&M

### 9.1. Características generales

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se construirá usando contenedores modulares para alcanzar unas características mínimas para el tamaño de la planta (<50 MWp). Los módulos a utilizar serán los que permitan tener las siguientes dependencias:

- Cocina. Debido al tamaño de la planta, ésta contará con un fregadero, una mesa, una silla, un frigorífico y un microondas, y estará preparado para tener una ocupación de cuatro personas, teniendo una altura máxima de 2,5 metros.
- Baño. Atendiendo a la potencia pico del presente proyecto, el baño deberá tener una superficie de 15 m<sup>2</sup>, además de un banco y taquillas dobles. También debe incluir un vestuario y un baño para mujeres, teniendo todas las estancias una altura máxima de 2,5 metros. En cuanto al equipamiento de la sala, deberá incluir un lavabo, un inodoro y una ducha, además de una taquilla por persona que frecuentará el proyecto y un suministro de al menos 100 litros de agua potable fría o caliente.
- Área de almacenamiento de residuos. Esta área deberá localizarse fuera del edificio de O&M, con suficiente espacio para que pueda acceder un camión. Tendrá vallado todo su perímetro y estará dividido en compartimentos para separar los desperdicios domésticos, los desperdicios no peligrosos y los desperdicios peligrosos. Estas tres subáreas podrán ser cerradas. La superficie de esta área será de al menos 100 m<sup>2</sup>.
- Almacén. Será diseñado siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Será un edificio modular con forma rectangular y altura de 6 metros. Tendrá una entrada para vehículos con dimensiones de 4x5 m y una entrada para personal de 1x2 m. Por último, tendrá una superficie de 100 m<sup>2</sup> y estará equipado con estanterías de pallet y con una máquina elevadora para transportar éstos. También se incluirá un espacio cerrado dentro del almacén para guardar los repuestos electrónicos que precisen una temperatura controlada.
- Sala de control y oficina. Se instalarán dos oficinas independientes, una para el personal del propietario y otra para el proveedor de servicio; cada una con capacidad para dos puestos de trabajo. Estas salas tendrán iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local.
- Sala de control del SCADA y sala de control de BT. En esta sala irán ubicados tanto los servidores del SCADA, como el SCADA del propio O&M y todo lo relacionado con el SCADA del proyecto. Además, existirá otra sala donde irá todo el equipamiento de BT.
- Aparcamiento de turismos. Existirá un aparcamiento de coches con capacidad de 3 vehículos. Estos no irán techados.
- Aparcamiento de camiones. Existirá un aparcamiento de coches con capacidad de 3 vehículos. Estos no irán techados.

## 9.2. Descripción de calidades materiales

### 9.2.1. Componentes de construcción

Los módulos del edificio de O&M deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las normas locales, particularmente los relativos a los coeficientes de aislamiento térmico y acústico. En general, los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc; deberán cumplir con las condiciones ambientales y regulaciones locales para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

Los requisitos mínimos para los módulos que formarán el edificio de O&M son:

- Aislamiento: espuma de lana mineral o poliuretano según el grosor indicado para los diferentes componentes.
- Suelo: 100 mm de espesor.
- Paredes externas: mínimo 110 mm de espesor incluyendo:
  - Puerta
  - Ventana
  - Aire acondicionado
  - Ventana sanitaria
  - Medio panel
  - Panel doble (con puertas y ventanas)
  - Acristalamiento fijo
  - El revestimiento externo debe ser de chapa de acero corrugada, galvanizada y recubierta con un grosor mínimo de 0,6 mm (este valor podría variar de acuerdo con el entorno del sitio)
  - El revestimiento interno debe ser de tablero aglomerado revestido con un espesor de 10 mm, liviano, de color y de acuerdo con las regulaciones locales sobre propagación de fuego.
- Paredes de partición: grosor mínimo de 60 mm incluyendo:
  - Panel completo
  - Panel de la puerta
  - Panel de ventana
  - Medio panel
  - El revestimiento debe ser de tablero de madera con revestimiento de doble cara con un espesor de 10 mm, color claro y de acuerdo con las regulaciones locales sobre propagación de incendios.
- Techo: 140 mm de espesor.
- Oficinas y baños:
  - Carga de la planta baja: 2.0 kN / m<sup>2</sup>
  - Mínima carga para el techo: 1.5 kN / m<sup>2</sup>
  - Carga de nieve: se calculará siguiendo las normas locales a considerar.
  - Fuerza del viento: se calculará siguiendo las normas locales a considerar.

- Pasillos:
  - Carga en la planta baja: 5.0 kN / m<sup>2</sup>
  - Mínima carga para el techo: 1.5 kN / m<sup>2</sup>
  - Carga de nieve: se calculará siguiendo las normas locales a considerar.
  - Fuerza del viento: se calculará siguiendo las normas locales a considerar.
- Puertas:
  - Diseñadas de acuerdo con las dimensiones estándar y en cumplimiento de las normas locales y regulaciones DIN.
  - Derecha o izquierda articulada.
  - Apertura hacia adentro o hacia afuera.
  - Marco de acero con sellado envolvente triangular.
  - Hoja de la puerta con hojas de acero galvanizado en ambos lados.
  - Barra de empuje anti-pánico para las puertas de salida y las puertas en la ruta de evacuación.
  - Rejilla de puerta con accesorios de seguridad para las puertas de salida.
  - Resistencia al fuego de acuerdo con las regulaciones locales.
  - Señalizado de acuerdo con las normas de seguridad locales y la seguridad de EGP.
- Ventanas:
  - Vidrio de seguridad templado para todas las ventanas.
  - Ventanas de doble acristalamiento diseñadas de acuerdo con las dimensiones estándar y en cumplimiento de las regulaciones locales.
  - Control deslizante de ventilación dentro de la carcasa del obturador.
  - Parrilla de ventana para oficinas y ventanas sanitarias.
  - Equipado con rotura de puente térmico.
  - Protegidas por barras con perfiles sólidos y hechas de acero laminado en caliente.
- Aislamiento acústico: al menos 33-44 dB

### *9.2.2. Almacén*

A la hora de elegir los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc. Se deberá seguir las condiciones y regulaciones del medio ambiente local para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

Para ello, los requisitos mínimos de éstos son:

- Marcos:
  - Marco hecho de perfiles de acero (o, como alternativa, perfiles de aluminio extruido).
  - Deben ser montados en placas base.
  - Estarán ancladas con placas base y tacos.
  - Tendrán conectores de esquina y esquina hechos de acero galvanizado.
  - Techo con estructura en A con tejado de 18° .
  - Arriostamiento de viento en el techo y en los costados.
  - Puntales de alero.
- Techo:
  - Hecho de paneles sándwich.
  - Aislamiento: lana mineral o espuma de poliuretano.
- Paredes:
  - Hecho de paneles sándwich.
  - Aislamiento: lana mineral o espuma de poliuretano.
  - Paredes laterales no divididas.
  - Paredes de aguilón no divididas.
  - Barras tensoras hechas de acero.
- Puertas:
  - Existirán:
    - 1 puerta de persiana enrollable para vehículos 4x5 m.
      - Hecho de perfil aislado.
      - Manejo a través de un electro motor.
      - Con manivela de emergencia.
      - Con botón de presión de seguridad.
      - Seguridad contra desenrollamiento y anticaídas en el engranaje electrónico de acuerdo a las normas de seguridad.
      - Perfil de bloqueo especial hecho de neopreno para compensar las irregularidades del suelo.
    - 1 puerta de personal 1x2 m.
      - Hoja de puerta y marco galvanizado.
      - Con perfil de bloqueo EPDM.
      - Con manilla en el interior y el exterior.
      - Con barra de empuje anti-pánico para las puertas de salida y las puertas en la ruta de evacuación.

### 9.3. Instalaciones

#### 9.3.1. Fontanería y Saneamiento

Las tuberías del edificio estarán hechas de polietileno reticulado. Los accesorios de saneamiento estarán hechos de porcelana esmaltada.

### *9.3.2. Distribución*

Si no hay conexión de agua desde la red pública, se debe instalar un dispositivo externo, con una conexión enterrada, con capacidad adecuada para el uso de la instalación. Este dispositivo incluirá un grupo de presión, que también tendrá su conexión enterrada. Se instalará una caja con una válvula de cierre en la conexión del edificio.

La instalación de la tubería se ejecutará a lo largo del techo de las habitaciones para derivaciones. Se incluirán diferentes instalaciones y una llave de paso para todos los cuartos húmedos y para cada pieza de equipos, contando con la instalación preparada para agua caliente sanitaria por un calentador eléctrico con capacidad suficiente para los usos establecidos.

### *9.3.3. Saneamiento*

En caso de que no haya una red residencial externa, se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un pozo o sumidero y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal de la instalación solar.

La red de evacuación general horizontal será a través de un sistema separado enterrado en cada piso, evacuando toda el agua utilizada en el edificio por gravedad.

El agua residual del equipo se tratará con una trampa de sifón y una tubería de PVC.

Se instalará un tanque de almacenamiento de agua fecal con la capacidad adecuada para los usos establecidos y estará equipado con una alarma acústica de sedimentación.

### *9.3.4. Aire acondicionado y ventilación*

El edificio estará equipado con un sistema de calefacción controlado por termostato en los baños, oficinas, salas de reuniones, sala de BT, cocina y almacén (área cerrada para almacenaje de repuestos electrónicos), que comprende una cantidad suficiente de electricidad para mantener una temperatura adecuada que permita a los operadores trabajar de acuerdo con las características de la sala a ser climatizada y las condiciones climáticas de la ubicación de la instalación.

Además, se debe proporcionar aire acondicionado con control por termostato en las oficinas, salas de reuniones, sala de BT, sala de control, sala SCADA, cocina y almacén (área cerrada para almacenaje de repuestos electrónicos), cuya potencia y características dependerá de las características de la sala a climatizar y las condiciones climáticas de la ubicación de la instalación.

Las salas de baja tensión y de generador deben tener una ventilación natural adecuada y, en el caso de este último, eliminación directa de gases de combustión. Las salidas de ventilación serán protegidas para que el paso de animales pequeños y la entrada de agua sea imposible.

### *9.3.5. Sistema de seguridad anti-intrusos*

El edificio y el almacén deberán tener un sistema anti-intrusos compuesto de tres zonas anti-intrusión, que puede ser compartidas con el sistema anti incendio, compuestas por contactos magnéticos en las puertas exteriores del edificio, detectores volumétricos dentro y una alarma externa.

### *9.3.6. Sistema de protección contra incendios*

Existirá un sistema de protección contra incendios que tendrá los siguientes elementos:

### *9.3.7. Señalización de evacuación y métodos de protección*

Todos los edificios diferentes tendrán señales de evacuación, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Las salidas de los recintos, pisos o edificios de uso común llevarán un letrero con la palabra "SALIDA".
- Éstas se ubicarán, siempre que sea posible, en los dinteles de la salida indicados o, si esto no es posible, lo más cerca posible, para que no haya confusión en la ubicación de la misma.
- La altura del borde inferior de los letreros deberá estar preferiblemente entre 2m y 2.50m de altura, pudiendo ésta ser alterada por razones justificadas.
- Los carteles se instalarán coherentemente con el número de ocupantes que se espera que estén en cada habitación.

Lo mismo se aplicará a los métodos de marcado de medidas de protección contra incendios manuales. Los letreros deben estar visibles, incluso en caso de fallo del suministro de iluminación normal, para un período de tiempo que cumpla con lo establecido en la normativa vigente en esta materia.

### *9.3.8. Extintores*

Deben instalarse extintores de polvo ABC, con una eficiencia mínima de 21A-113B distribuidos a través de las áreas utilizables en el edificio y el almacén, cumpliendo con que la distancia desde cualquier punto del mismo al extintor más cercano debe ser inferior a 15 m.

En áreas de riesgo eléctrico, se instalarán extintores de CO<sub>2</sub> de 5 kg con una eficiencia mínima de 89-B.

Los extintores deberán estar ubicados de manera que sean fácilmente visibles y accesibles, estén ubicados cerca de los puntos donde existe la mayor posibilidad de que se inicie un incendio, cerca de salidas de emergencia y preferiblemente en montajes unidos a particiones verticales, de modo que la parte superior del extintor permanezca a un máximo de 1.70 metros sobre el suelo.

### *9.3.9. Detección del fuego y sistema de alarma*

Se instalará un sistema de detección de incendios en todo el edificio y el almacén, que requerirá conectar el panel de detección a una centralita de alarmas de incendio.

El sistema debe incluir al menos los siguientes elementos:

- Centro de detección
- Detectores de humo ópticos.
- Detectores térmicos.
- Botones de alarma, interruptores de vidrio.
- Alarmas.
- Módulos de aislamiento, módulos de salida.
- Fuentes de energía auxiliares.

La cantidad de detectores dependerá del tipo de detector utilizado y de la geometría del local. Los detectores de humo ópticos se instalarán en todo el edificio y en el almacén. Los botones de alarma contra incendios estarán separados por no más de 25 metros a lo largo de un recorrido de evacuación.

Se instalarán a una distancia de entre 1.2 y 1.5 metros del suelo, ubicándolos preferiblemente en el recinto y las salidas del edificio. Además, se usarán dispositivos de alarma acústica.

#### *9.3.10. Instalación eléctrica*

##### 9.3.10.1. BAJA TENSIÓN

Para permitir el funcionamiento del edificio O&M y del almacén, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares.

Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

##### 9.3.10.2. PANEL DE SERVICIOS AUXILIARES

El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección.

Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Con el primero, se proporcionará energía a las siguientes instalaciones:

- Calefacción del transformador de alta tensión.
- Ventilación del transformador de alta tensión.
- Aire acondicionado del edificio y del almacén.
- Iluminación exterior y de fachada.
- Entradas de potencia y servicios no prioritarios.
- Sistemas anti roedores.

Con el segundo, se proporcionará energía a las siguientes instalaciones:

- Rectificador de batería CC 125V.
- Regulador de transformador de alta tensión.
- Alimentación a todos los equipos de control.
- Energía a los paneles de comunicación.
- Alimentación a los sistemas de seguridad (Incendio e intrusos).
- Alimentación a los sistemas SCADA.
- Alimentación a la UPS.
- Luz interior.
- Consumo de energía y servicios prioritarios.

#### *9.3.11. Ejecución de la instalación eléctrica*

La instalación eléctrica se realizará dentro de conductos externos utilizando tubos de plástico. Se usarán cajas de derivación para albergar las conexiones entre los conductores y se ubicarán a 20 cm del techo.

Las salas técnicas deberán utilizar tuberías de PVC rígidas con montaje en superficie y las salidas y los mecanismos deben ser impermeables.

Los cuadros estarán equipados con un interruptor de circuito omnipolar automático, con uno para cada circuito. Cada interruptor debe tener un letrero que indique el circuito que está protegiendo. Estos se ubicarán en la sala de BT y debe incluir un armario de metal plastificado con una puerta.

Las salidas requeridas se instalarán, dependiendo de las necesidades del equipo en cada habitación. Los tomacorrientes deben ser del tipo "P + T". También habrá celdas 3P + T en el almacén y en el parque al aire libre.

#### *9.3.12. Puesta a tierra*

La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Todos los equipos del edificio y el almacén y las masas de metal serán conectados a tierra a través de terminales de soldadura, abrazaderas y conexiones a tierra de aluminio-aluminio. Esto será una sección de cobre que medirá un mínimo de 50 mm<sup>2</sup> o equivalente de acuerdo con las regulaciones.

Los siguientes componentes deberán estar conectados a tierra:

- El chasis y los bastidores para los dispositivos de conmutación.
- El entorno de los armarios metálicos.
- Las puertas de metal a las habitaciones.
- Las estructuras metálicas y las barras de refuerzo en los edificios y almacenes.
- El metal ciego en los cables.
- Las tuberías de metal.

Una vez completado, el edificio será un área equipotencial; esto se logrará uniendo todas las barras de refuerzo incrustadas en el hormigón mediante soldadura eléctrica. Las puertas, las rejas y las ventanas deben estar en contacto con la superficie equipotencial.

### *9.3.13. Iluminación*

Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

- Rutas de circulación de uso común, 100 lux.
- Áreas de trabajo con requisitos visuales bajos, 200 lux.
- Áreas de trabajo con altos requisitos visuales, 500 lux.

Toda la iluminación en las áreas de trabajo debe ser provista por equipos de alta eficiencia, equipos fluorescentes en las habitaciones, oficinas, baños, almacenes y vapor de sodio en el exterior.

- Control de iluminación:

Las luces se controlarán utilizando interruptores de temporizador en zonas comunes, ya que esto evita las luces se dejan encendidas por largos periodos de tiempo cuando las habitaciones no están en uso.

Para la iluminación exterior, se usarán los relojes astronómicos o las células fotoeléctricas y la programación de luces.

- Eficiencia

Todas las bombillas serán de alta eficiencia, incorporando reflectores de plata, o similares de alta reflectividad.

### *9.3.14. Luces de emergencia*

La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal.

La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía. El suministro externo se utilizará para recargar las baterías de acumuladores o sistemas automáticos independientes.

Los niveles de iluminación establecidos se obtendrán considerando el factor de reflexión en las paredes y techos como nulos y sin valor.

En general, los requisitos indicados se verificarán dos veces para asegurar el cumplimiento total de las regulaciones locales e internacionales sobre el asunto.

- Iluminación de evacuación

Esta es la iluminación de emergencia proporcionada para garantizar el reconocimiento y el uso de las rutas de evacuación en caso de emergencia.

A lo largo de las rutas de evacuación, la iluminación de evacuación deberá proporcionar, en el centro de los pasillos, una iluminación mínima de 1lux.

En los puntos donde se encuentra el equipo de prevención de incendios, estas luces deben ser accionadas manualmente, y en los paneles de distribución de iluminación la iluminación mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminación máxima y mínima en el centro de los pasillos principales estará por debajo de 40.

La iluminación de evacuación debe funcionar, cuando hay una falla con el suministro normal, al menos durante una hora proporcionando la iluminación descrita.

Los requisitos mínimos se verificarán dos veces de acuerdo con los requisitos locales y regulaciones internacionales sobre este asunto.

- Iluminación anti-pánico

Esta es la parte de la iluminación de seguridad provista para evitar cualquier riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiental adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación y detectar obstáculos.

La iluminación ambiental o anti-pánico debe proporcionar una iluminación horizontal con un mínimo de 0,5 lux a través del área en cuestión, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre esta iluminación máxima y mínima en toda el área deberá estar por debajo de 40.

La iluminación ambiental o anti-pánico debe funcionar, cuando hay un fallo con el suministro normal, durante al menos una hora para proporcionar la iluminación descrita.

- Iluminación en zonas de alto riesgo

Esta es la iluminación de evacuación provista para garantizar la seguridad de las personas involucradas en actividades potencialmente peligrosas o en puestos de trabajo con un ambiente peligroso. Esto facilita el cese de trabajo seguro para el operador y los otros ocupantes de la sala.

La iluminación en las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminación mínima de 15 lux o 10% de la iluminación normal.

La relación entre esta iluminación máxima y mínima en toda el área deberá estar por debajo de 10.

## 10. CENTRO DE SECCIONAMIENTO ELÉCTRICO

El centro de seccionamiento es una instalación eléctrica compuesta principalmente por una serie de celdas y aparataje eléctrico 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. Se procurará la instalación de edificios prefabricados o realizados con módulos de hormigón prefabricados. Cumplirán todas las especificaciones de la normativa vigente, así como el Código técnico de la Edificación (CTE), la normativa de hormigón EHE-08 y el REBT.

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: 684491.28 mE

Y: 4305159.77 mN

### 10.1. 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 (SF<sub>6</sub>) como elemento de corte y extinción de arco en los aparatos siguientes:

El centro de seccionamiento contará con las siguientes celdas:

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

Este tipo de celdas con aislamiento de gas SF<sub>6</sub> 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 SF<sub>6</sub> 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
<b>Tensión asignada</b>	20	kV
<b>Tensión soportada a frecuencia industrial (50 Hz)</b>	50	kV
<b>Tensión soportada a impulsos tipo rayo</b>	125	kV
<b>Intensidad nominal admisible durante 1 s</b>	16	kA
<b>Valor de cresta de la intensidad nominal admisible</b>	20	kA

Tabla 11 Características generales celdas

#### 10.1.1. Celdas

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

##### 10.1.1.1. CELDAS DE LÍNEA.

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

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 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.

10.1.1.2. CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL.

La celda de protección está encargada de proteger la instalación y está formada 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 24 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 sobrecorrientes (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).

10.1.1.3. CELDA DE MEDIDA.

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

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 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 24 kV.
- 3 transformadores de tensión unipolares doble devanado, de relación X/5 y aislamiento 24 kV.

10.1.1.4. CELDA SERVICIOS AUXILIARES.

Se dispondrá de 1 celda de servicios auxiliares de protección 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.

## 10.2. 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.

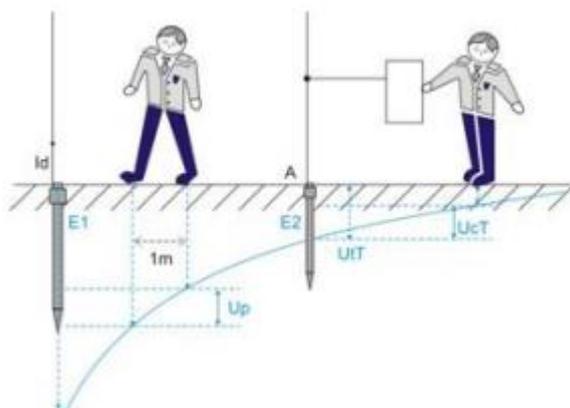


Ilustración 6 Tensión de paso y contacto

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.

#### *10.2.1. 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.

#### *10.2.2. 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 mm<sup>2</sup> 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.

### **10.3. Instalaciones secundarias.**

#### *10.3.1. 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.

#### *10.3.2. 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.

## 11. SISTEMA DE EVACUACIÓN

### 11.1. Descripción general

La instalación de evacuación de energía eléctrica desde la Planta Solar Fotovoltaica "SANTA AMALIA" hasta la subestación eléctrica "CERRO GORDO" 20 kV, propiedad de Endesa, consta de un solo tramo, siendo este subterráneo en su totalidad:

	TIPO	LONGITUD (m)	CONFIGURACIÓN
<b>TRAMO 1</b>	Subterráneo	5.438 m	RH5Z1 (S) 12/20 kV 1 x (3x95 mm <sup>2</sup> ) k Al

Tabla 12 Resumen características básicas línea de evacuación

Se ha optado por realizar la totalidad de la línea de modo subterráneo debido a la longitud de la línea y también así evitar problemas medioambientales.

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. 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 media tensión proyectada transcurre por el término municipal de Badajoz, en la provincia de Badajoz, hasta la conexión en la subestación eléctrica "CERRO GORDO", propiedad de Endesa.

### 11.3. Afecciones organismos

En general, las infraestructuras eléctricas de evacuación 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 y 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 subterránea se producen las siguientes afecciones por cruzamientos:

AFECCIÓN	ORGANISMO	REF. CATASTRAL	MUNICIPIO	X	Y
Línea eléctrica	Endesa / REE	-	Badajoz	684431.90	4304991.50
Autovía A-5	Red de Carreteras del Estado	06900A18509002	Badajoz	684430.01	4304888.60
Arroyo	Demarcación Hidrográfica del Guadiana	-	Badajoz	684423.54	4304863.04
Línea Eléctrica	Endesa/REE	-	Badajoz	684393.96	4304632.30
Arroyo	Demarcación Hidrográfica del Guadiana	-	Badajoz	683884.45	4304132.81
Gasoducto	Enagás	-	Badajoz	683823.66	4304020.72
Camino Rostro-Potosí	Ayuntamiento de Badajoz	06900A18609001	Badajoz	683792.36	4304014.74
Camino	Ayuntamiento de Badajoz	06900A18509010	Badajoz	683802.12	4304012.80
Gasoducto	Gas Extremadura	-	Badajoz	683169.58	4304314.92
Gasoducto	Enagás	-	Badajoz	683173.76	4304323.52
Gasoducto	Enagás	-	Badajoz	683071.89	4304384.84
Camino Rostro-Potosí	Ayuntamiento de Badajoz	06900A18509001	Badajoz	683043.64	4304386.19
Gasoducto	Enagás	-	Badajoz	682909.30	4304435.13
Cañada Real de Calamón, Alcornoque y Torrequebrada	Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio	-	Badajoz	Paralelismo	
Gasoducto	Gas Extremadura	-	Badajoz	Paralelismo	
Línea Eléctrica	Endesa/REE	-	Badajoz	681325.71	4305307.99
Gasoducto	Gas Extremadura	-	Badajoz	681421.61	4305513.63
Línea Eléctrica	Endesa/REE	-	Badajoz	681467.15	4305559.94
Línea eléctrica	Endesa /REE	-	Badajoz	681479.37	4305578.50
Línea eléctrica	Endesa / REE	-	Badajoz	681506.16	4305791.22
Línea eléctrica	Endesa / REE	-	Badajoz	681514.77	4305859.60

Tabla 13 Organismos afectados en el trazado de la línea subterránea

## 12. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV

El tramo subterráneo de la línea de evacuación comienza en el centro de seccionamiento eléctrico de la Planta Solar Fotovoltaica "SANTA AMALIA" y finalizará en el punto de conexión en la subestación eléctrica "CERRO GORDO" 20 kV, 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 MT 20 kV consta de un tramo contando con un conductor de sección 95 mm<sup>2</sup>. El conductor empleado será del tipo RH5Z1 (S) de aluminio con aislamiento XLPE 20 kV.

### **RH5Z1 (S) 12/20 kV 1x(3x95) mm<sup>2</sup> Al**

La zanja de distribución por donde circulará dicha línea de evacuación tendrá una profundidad mínima de 1 metros y una anchura mínima de 0,60 metros.

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 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.

### 12.1. Disposición física de la línea subterránea

Al tender el cable en la zanja se entierra directamente, cumpliendo la norma correspondiente 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 en cruzamientos 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 esferoidal, 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 esferoidal 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 variará en distintos puntos del trazado, ya que esta zanja es compartida por en algunos tramos con las plantas fotovoltaicas El Navío y Vegas Grandes de la siguiente manera:

La anchura de la zanja variará en distintos puntos del trazado, ya que esta zanja es compartida por dos y tres plantas fotovoltaicas en algunos tramos:

- En los tramos que sólo esté la evacuación de la planta fotovoltaica “Santa Amalia”, la anchura será de 0,6 m.
- En los tramos que esté la evacuación de la planta fotovoltaica “Santa Amalia” y “El Navío”, la anchura será de 0,9 m.
- En los tramos que esté la evacuación de la planta fotovoltaica “Santa Amalia”, “Vegas Grandes” y “El Navío”, la anchura será de 1,2 m

## 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.

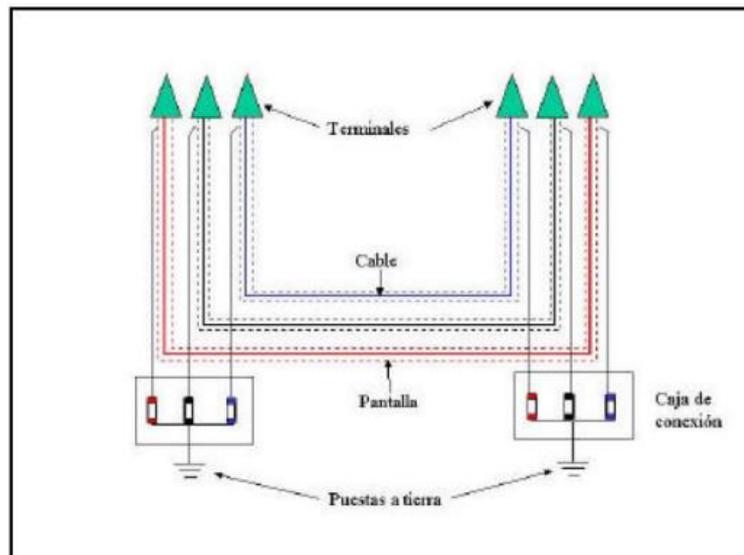


Ilustración 7 Pantallas conectadas rígidamente a tierra

### 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 1x95 mm<sup>2</sup> para circuitos de 12/20 kV.
- Terminales, que, en caso de ser necesaria una conversión aéreo-subterránea, aunque no se prescribe en este caso debido a que la línea de evacuación se ha proyectado enteramente subterránea, serán de exterior termorretráctiles para conexión en el apoyo de paso aéreo-subterráneo.
- Autoválvulas-pararrayos de óxido de zinc, en caso de que llegara a existir una conversión aéreo-subterránea.

### 12.3. Descripción de los materiales

#### 12.3.1. Cable aislado de potencia

La línea de 20 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 95 mm<sup>2</sup> 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 termoes estable 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.

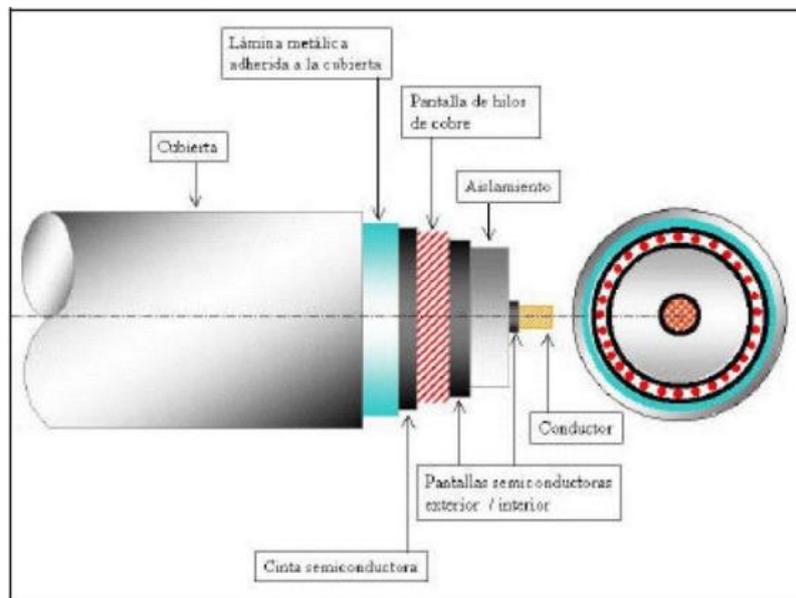


Ilustración 8 Composición conductor

Características nominales.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión nominal	12/20	kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 30 minutos entre conductor y pantalla	50	kV
Tensión soportada a los impulsos	125	kV
Temperatura nominal máxima del conductor en servicio normal	90	°C
Temperatura nominal máxima del conductor en condiciones de cortocircuito	250	°C

Tabla 14 Características nominal conductor línea subterránea

Composición.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Sección del conductor	95	mm <sup>2</sup>
Material del conductor	Aluminio	
Material del aislamiento	XLPE	
Tipo de pantalla	Hilos CU	
Material de la pantalla	Cobre	
Sección de la pantalla	16	mm <sup>2</sup>
Material de cubierta	Polioléfina	

Tabla 15 Composición conductor línea subterránea

Dimensiones.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Diámetro sobre aislamiento	21,3	mm
Diámetro exterior nominal	29,4	mm
Peso aproximado del cable	860	Kg/km

Tabla 16 Dimensiones conductor línea subterránea

Características eléctricas del cable.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Resistencia del conductor en c.c. a 20°C	0,41	Ω/km
Reactancia inductiva	0,123	Ω/km
Intensidad máxima admisible enterrado	205	A

Tabla 17 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. Cumplirán 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. Auto válvulas – Pararrayos*

En caso de que hubiera 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: 20 kV; Ur: 24 kV

Tensión nominal de la red U <sub>n</sub> , kV	Tensión más elevada de la red U <sub>m</sub> , kV	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			U <sub>0</sub> /U <sub>1</sub> ó U <sub>2</sub> , kV	U <sub>2</sub> , 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 18 Tensiones de aislamiento

### 12.3.6. Tubo de polietileno

Las características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugado) rígida.
- Diámetro interior: 135 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 160 mm.
- Resistencia a la compresión: mayor de 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.
- Marcas en el tubo: Indeleble. Indicando nombre o marca del fabricante designación, año de fabricación, lote y Norma UNE EN 50086-2-4.
- Resto de características: Según Norma GE CNL002.

### 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 bandeja o bajo bridas y posteriormente en zanja bajo tubo desde la conexión de salida de los módulos fotovoltaicos hasta las cajas de conexión y desde éstas hasta las unidades de desconexión de los inversores, ubicados en las estaciones de potencia.

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 160 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.

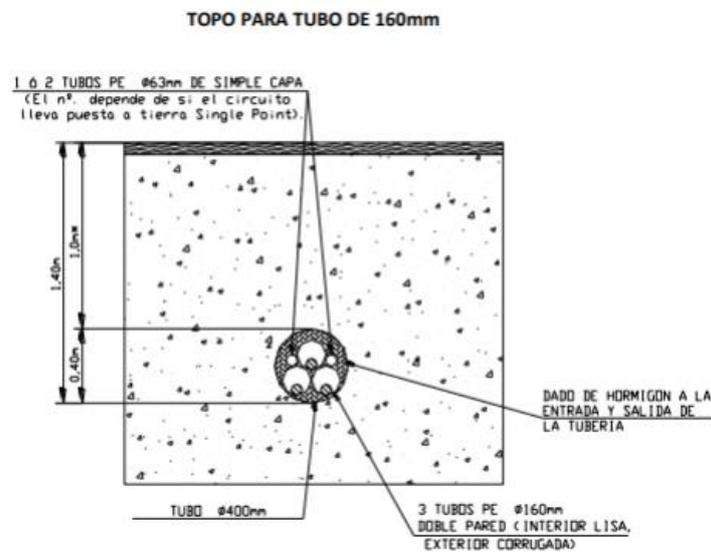
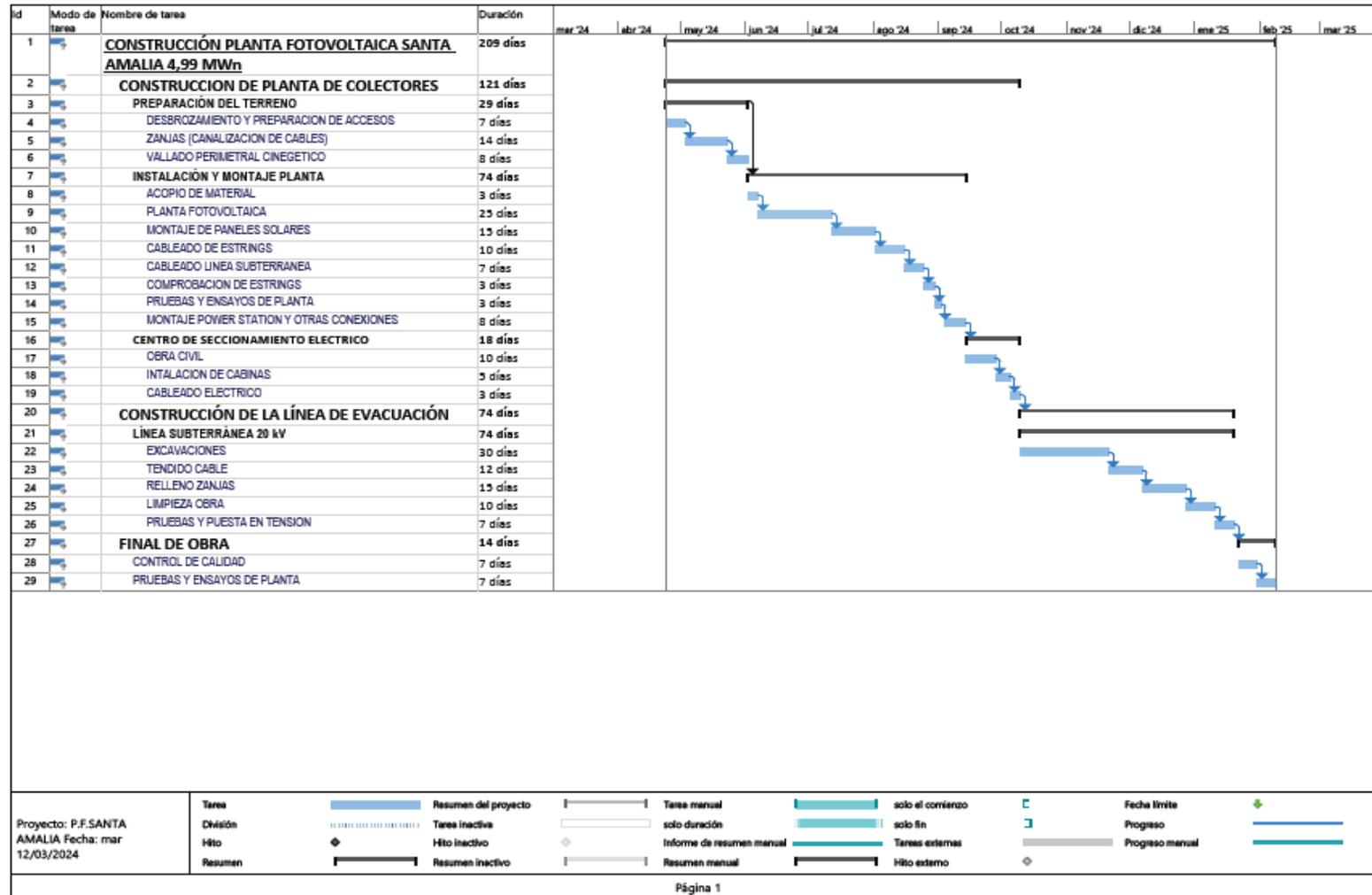


Ilustración 9 Topo

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. CRONOGRAMA





## **CAPÍTULO II. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

**1. RESUMEN PRESUPUESTO**

Planta Fotovoltaica SANTA AMALIA 5,7024 MWp /4,99 MWn					€
1	Planta Fotovoltaica	Unidad	Mediciones	€	2.115.493,30 €
1.1	<u>Maquinaria y equipos</u>				1.811.924,00 €
1.1.1	Módulos fotovoltaicos	Unidades	10.368,00	143,00	1.482.624,00 €
1.1.2	Power station	Unidades	2,00	164.650,00	329.300,00 €
1.2	<u>Obra civil</u>				133.172,80 €
1.2.1	Montaje de módulos	Unidades	10.368,00	0,85	8.812,80 €
1.2.2	Montaje de Power Station	Unidades	2,00	48.500,00	97.000,00 €
	<u>Zanjas</u>				
1.2.3	- Movimiento de Tierra	m	608,00	45,00	27.360,00 €
	- Arquetas registables				
1.3	<u>Instalación eléctrica</u>				170.396,50 €
	<u>Instalacion de equipos</u>				
1.3.1	- Instalación inversores, trafos, cuadros de BT...	Unidades	2,00	7.250,00	14.500,00 €
	- Protecciones MT				
	- Cuadro general de MT,incl. Cables, barras y protec.				
	<u>Instalación de baja tensión</u>				
1.3.2	- Suministro de cable solar de cobre	Unidades	1,00	61.575,00	61.575,00 €
	- Suministro bandeja portacables				
	- Instalación de cable solar de cobre				
	<u>Sistema colector</u>				
1.3.3	- Conductor 95 mm <sup>2</sup>	m	1.823,00	10,00	18.230,00 €
	- Conexiones				
1.3.4	<u>Sistema de comunicación</u>	m	608,000	2,00	1.216,00 €
	- Fibra óptica				
	<u>Sistema de control</u>				
1.3.5	- Cámaras CCTV. Con sistema de visión nocturna por infrarrojos	Unidades	1,00	31.292,50	31.292,50 €
	- Sistema de registro de datos				
	- Servidores				
	<u>Sistema de monitorización</u>				
1.3.6	- Sensores	Unidades	1,00	16.000,00	16.000,00 €
	- Cable de comunicación				
	- Hardware y licencias software				
	<u>Sistema de tierras</u>				
1.3.7	- Suministro de cable de cobre aislado de 16mm <sup>2</sup>	Unidades	1,00	27.583,00	27.583,00 €
	- Instalación de cable de tierras 50 mm <sup>2</sup>				
	- Suministro de picas de tierra. Aleación cobre 1 m				
	- Instalación de picas de puesta a tierra				

<b>2</b>	<b>Línea de Evacuación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mediciones</b>	<b>€</b>	<b>551.831,93 €</b>
2.1	<u>Maquinaria y equipos</u>				182.047,93 €
2.1.1	Línea Subterránea	km	5,438	33.477,00	182.047,93 €
	- Conductor 95 mm <sup>2</sup>				
	- Kit de empalmes				
2.2	<u>Obra civil</u>				369.784,00 €
2.2.1	Zanjas	m	5.438,000	68,00	369.784,00 €
	- Movimiento de Tierra				
	- Arquetas registrables				
<b>3</b>	<b>Centro de seccionamiento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mediciones</b>	<b>€</b>	<b>121.000,00 €</b>
3.1	<u>Maquinaria y equipos</u>				<b>21.000,00 €</b>
3.1.1	Celdas de línea	Unidades	2,00	8.000,00	16.000,00 €
3.1.2	Celdas de Medida	Unidades	1,00	5.000,00	5.000,00 €
3.2	<u>Obra civil</u>				100.000,00 €
3.2.1	Construcción y montaje de CSE	Unidades	1,00	100.000,00 €	100.000,00 €
TOTAL					2.788.325,23 €
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD					21.532 €
<b>TOTAL, PROYECTO DE EJECUCION MATERIAL (PEM)</b>					<b>2.788.325,23 €</b>
<b>TOTAL, MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>					<b>2.014.971,93 €</b>
<b>TOTAL, OBRA CIVIL</b>					<b>602.956,80 €</b>
<b>TOTAL, INSTALACION ELECTRICA</b>					<b>170.396,50 €</b>

## CAPITULO III. ANEXOS

ANEXO I RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS  
AFECTADOS (RBDA) Y COORDENADAS UTM DE LA  
INSTALACIÓN

A continuación, se presenta la relación actualizada de todos los datos de las parcelas afectadas por el recorrido de la línea eléctrica subterránea de media tensión.

N.º Afección	Provincia	Termino Municipal	Polígono	Parcela	Ref. Catastral
1	BADAJOS	BADAJOS	185	9	06900A18500009
2	BADAJOS	BADAJOS	185	17	06900A18500017
3	BADAJOS	BADAJOS	185	9002	06900A18509002
4	BADAJOS	BADAJOS	185	26	06900A18500026
5	BADAJOS	BADAJOS	186	16	06900A18600016
6	BADAJOS	BADAJOS	186	47	06900A18600047
7	BADAJOS	BADAJOS	185	9010	06900A18509010
8	BADAJOS	BADAJOS	186	9001	06900A18609001
9	BADAJOS	BADAJOS	185	9001	06900A18509001
10	BADAJOS	BADAJOS	185	28	06900A18500028
11	BADAJOS	BADAJOS	185	8	06900A18500008
12	BADAJOS	BADAJOS	186	14	06900A18600014
13	BADAJOS	BADAJOS	185	7	06900A18500007
14	BADAJOS	BADAJOS	186	29	06900A18600029
15	BADAJOS	BADAJOS	185	16	06900A18500016

Tabla 19 RBDA

**VALLADO**

<b>COORD VALLADO. UTM ETRS89 H29</b>					
<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	684498.64	4305213.42	<b>21</b>	684802.68	4304873.77
<b>2</b>	684497.31	4305200.72	<b>22</b>	684876.47	4304856.52
<b>3</b>	684496.22	4305190.89	<b>23</b>	684884.03	4304854.76
<b>4</b>	684492.55	4305180.68	<b>24</b>	684885.86	4304854.33
<b>5</b>	684481.30	4305150.85	<b>25</b>	684915.13	4304849.73
<b>6</b>	684468.14	4305116.38	<b>26</b>	684954.88	4304846.08
<b>7</b>	684453.61	4305077.44	<b>27</b>	684972.50	4304843.91
<b>8</b>	684442.52	4305050.14	<b>28</b>	684972.56	4304907.67
<b>9</b>	684440.18	4305043.13	<b>29</b>	684935.21	4304938.29
<b>10</b>	684435.00	4305011.63	<b>30</b>	684919.93	4304950.82
<b>11</b>	684435.35	4305002.11	<b>31</b>	684919.93	4304991.92
<b>12</b>	684436.37	4304989.42	<b>32</b>	684901.12	4305036.07
<b>13</b>	684478.95	4304968.43	<b>33</b>	684901.12	4305124.19
<b>14</b>	684506.52	4304954.83	<b>34</b>	684830.22	4305124.19
<b>15</b>	684581.35	4304931.49	<b>35</b>	684793.56	430508476
<b>16</b>	684603.24	4304925.77	<b>36</b>	684723.76	4305084.76
<b>17</b>	684658.87	4304910.32	<b>37</b>	684657.82	4305121.26
<b>18</b>	684696.62	4304897.50	<b>38</b>	684641.91	4305134.39
<b>19</b>	684725.35	4304893.03	<b>39</b>	684626.56	4305151.25
<b>20</b>	684767.98	4304882.41	<b>40</b>	684626.56	4305213.42

**CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

<b>COORDENADAS CTS (H29 UTM ETRS89)</b>			
<b>Centros de Transformación</b>	<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1</b>	<b>1</b>	684823,82	4305042,32
	<b>2</b>	684829,27	4305042,32
	<b>3</b>	684829,27	4305036,52
	<b>4</b>	684823,82	4305036,52
<b>CENTRO DE TRANSFORMACION 2</b>	<b>1</b>	684592,21	4305064,42
	<b>2</b>	684597,66	4305064,42
	<b>3</b>	684597,66	4305058,62
	<b>4</b>	684592,21	4305058,62

**ZANJA COLECTORA**

<b>COORDENADAS ZANJA COLECTORA (H29 UTM ETRS89)</b>			
<b>ZANJA</b>	<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1 A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2</b>	<b>1</b>	684594,93	4305058,62
	<b>2</b>	684594,93	4304993,57
	<b>3</b>	684826,54	4304993,57
	<b>4</b>	684826,54	4305036,52
<b>DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2 A CENTRO DE SECCIONAMIENTO</b>	<b>1</b>	684594,93	4305058,62
	<b>2</b>	684594,93	4304993,57
	<b>3</b>	684497,80	4304993,57
	<b>4</b>	684497,80	4305159,75
	<b>5</b>	684492,79	4305159,75
	<b>6</b>	684492,79	4305159,75

**CSE**

<b>COORDENADAS CSE (H29 UTM ETRS89)</b>		
<b>CENTRO DE SECCIONAMIENTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	684489,78	4305157,28
<b>2</b>	684489,79	4305162,28
<b>3</b>	684492,79	4305162,28
<b>4</b>	684492,79	4305157,28

**LINEA DE EVACUACIÓN**

<b>COORD LÍNEA DE EVACUACIÓN. UTM ETRS89 H29</b>					
<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	684489,79	4305159,78	<b>104</b>	682984,70	4304412,49
<b>2</b>	684481,59	4305159,70	<b>105</b>	682969,55	4304417,30
<b>3</b>	684477,53	4305150,81	<b>106</b>	682949,59	4304423,35
<b>4</b>	684474,08	4305142,59	<b>107</b>	682946,69	4304424,23
<b>5</b>	684470,65	4305133,52	<b>108</b>	682938,52	4304427,00
<b>6</b>	684465,19	4305119,32	<b>109</b>	682930,46	4304429,73
<b>7</b>	684458,93	4305102,66	<b>110</b>	682926,35	4304430,90
<b>8</b>	684453,32	4305086,60	<b>111</b>	682894,32	4304438,86
<b>9</b>	684444,98	4305066,82	<b>112</b>	682879,15	4304438,26
<b>10</b>	684440,70	4305055,61	<b>113</b>	682839,65	4304449,12
<b>11</b>	684437,67	4305044,70	<b>114</b>	682756,31	4304481,44
<b>12</b>	684434,98	4305032,30	<b>115</b>	682698,34	4304493,24

<b>13</b>	684432,51	4305016,47	<b>116</b>	682659,50	4304500,19
<b>14</b>	684432,11	4305001,61	<b>117</b>	682632,55	4304506,19
<b>15</b>	684431,75	4304983,64	<b>118</b>	682514,22	4304544,10
<b>16</b>	684432,81	4304967,36	<b>119</b>	682490,19	4304550,71
<b>17</b>	684434,34	4304947,72	<b>120</b>	682454,05	4304562,45
<b>18</b>	684436,09	4304925,09	<b>121</b>	682419,89	4304573,07
<b>19</b>	684436,09	4304917,08	<b>122</b>	682393,91	4304582,54
<b>20</b>	684431,84	4304897,16	<b>123</b>	682337,47	4304598,53
<b>21</b>	684428,19	4304880,06	<b>124</b>	682287,43	4304612,41
<b>22</b>	684422,07	4304860,43	<b>125</b>	682225,87	4304631,51
<b>23</b>	684422,16	4304854,46	<b>126</b>	682191,48	4304642,18
<b>24</b>	684417,13	4304844,97	<b>127</b>	682102,27	4304671,82
<b>25</b>	684406,03	4304823,47	<b>128</b>	682039,50	4304691,42
<b>26</b>	684405,86	4304805,51	<b>129</b>	681980,56	4304706,13
<b>27</b>	684409,78	4304794,27	<b>130</b>	681918,75	4304723,23
<b>28</b>	684412,28	4304787,12	<b>131</b>	681893,30	4304731,16
<b>29</b>	684414,78	4304779,35	<b>132</b>	681837,06	4304758,81
<b>30</b>	684415,17	4304760,89	<b>133</b>	681834,80	4304761,10
<b>31</b>	684416,28	4304754,34	<b>134</b>	681764,78	4304788,41
<b>32</b>	684413,10	4304729,47	<b>135</b>	681726,40	4304799,94
<b>33</b>	684411,37	4304717,00	<b>136</b>	681628,99	4304816,89
<b>34</b>	684408,22	4304697,08	<b>137</b>	681609,95	4304818,50
<b>35</b>	684405,16	4304680,27	<b>138</b>	681485,18	4304836,52
<b>36</b>	684398,28	4304648,17	<b>139</b>	681432,39	4304846,88
<b>37</b>	684385,05	4304599,55	<b>140</b>	681284,72	4304882,69
<b>38</b>	684369,40	4304556,74	<b>141</b>	681265,11	4304885,87
<b>39</b>	684349,67	4304513,33	<b>142</b>	681239,36	4304886,33
<b>40</b>	684337,40	4304496,54	<b>143</b>	681236,04	4304892,36
<b>41</b>	684330,38	4304487,10	<b>144</b>	681232,95	4304905,00
<b>42</b>	684323,64	4304481,07	<b>145</b>	681230,04	4304920,69
<b>43</b>	684316,17	4304476,96	<b>146</b>	681234,42	4304922,48
<b>44</b>	684298,90	4304472,97	<b>147</b>	681238,49	4304958,77
<b>45</b>	684270,88	4304459,42	<b>148</b>	681241,38	4304984,16
<b>46</b>	684259,03	4304454,15	<b>149</b>	681246,82	4305019,72
<b>47</b>	684229,93	4304449,22	<b>150</b>	681247,42	4305040,33
<b>48</b>	684200,85	4304444,14	<b>151</b>	681247,63	4305052,55
<b>49</b>	684176,49	4304442,43	<b>152</b>	681249,47	4305068,55
<b>50</b>	684142,14	4304433,90	<b>153</b>	681255,68	4305095,94
<b>51</b>	684116,08	4304420,90	<b>154</b>	681262,39	4305131,85

<b>52</b>	684101,88	4304413,81	<b>155</b>	681267,55	4305162,37
<b>53</b>	684080,88	4304406,80	<b>156</b>	681269,06	4305173,97
<b>54</b>	684067,76	4304406,01	<b>157</b>	681271,42	4305179,92
<b>55</b>	684055,50	4304406,76	<b>158</b>	681275,24	4305199,00
<b>56</b>	684032,49	4304410,71	<b>159</b>	681277,48	4305203,82
<b>57</b>	684007,84	4304416,51	<b>160</b>	681284,18	4305216,05
<b>58</b>	683994,67	4304416,51	<b>161</b>	681292,85	4305232,66
<b>59</b>	683983,91	4304416,51	<b>162</b>	681299,33	4305239,66
<b>60</b>	683971,17	4304414,53	<b>163</b>	681303,31	4305247,16
<b>61</b>	683955,83	4304409,71	<b>164</b>	681314,72	4305269,66
<b>62</b>	683943,03	4304398,81	<b>165</b>	681320,37	4305282,98
<b>63</b>	683934,69	4304384,54	<b>166</b>	681325,51	4305296,23
<b>64</b>	683929,39	4304369,79	<b>167</b>	681325,04	4305302,02
<b>65</b>	683927,47	4304353,11	<b>168</b>	681325,04	4305306,18
<b>66</b>	683924,75	4304343,24	<b>169</b>	681326,39	4305309,80
<b>67</b>	683924,30	4304315,94	<b>170</b>	681329,63	4305311,98
<b>68</b>	683923,30	4304276,98	<b>171</b>	681333,48	4305317,66
<b>69</b>	683922,30	4304229,97	<b>172</b>	681344,05	4305341,23
<b>70</b>	683920,27	4304188,27	<b>173</b>	681345,98	4305345,89
<b>71</b>	683887,58	4304171,16	<b>174</b>	681350,23	4305353,93
<b>72</b>	683886,98	4304159,62	<b>175</b>	681351,83	4305357,90
<b>73</b>	683885,98	4304143,28	<b>176</b>	681365,66	4305388,72
<b>74</b>	683882,47	4304119,23	<b>177</b>	681391,08	4305443,29
<b>75</b>	683900,34	4304099,39	<b>178</b>	681401,26	4305466,74
<b>76</b>	683883,52	4304064,66	<b>179</b>	681403,52	4305477,20
<b>77</b>	683839,20	4304026,43	<b>180</b>	681403,73	4305478,18
<b>78</b>	683799,13	4304011,71	<b>181</b>	681408,45	4305499,13
<b>79</b>	683799,06	4304011,73	<b>182</b>	681431,41	4305524,38
<b>80</b>	683794,39	4304013,84	<b>183</b>	681442,73	4305529,50
<b>81</b>	683769,00	4304025,27	<b>184</b>	681448,43	4305533,86
<b>82</b>	683725,71	4304046,33	<b>185</b>	681461,68	4305551,60
<b>83</b>	683690,93	4304059,41	<b>186</b>	681476,08	4305573,54
<b>84</b>	683653,10	4304073,46	<b>187</b>	681480,02	4305579,48
<b>85</b>	683651,08	4304074,73	<b>188</b>	681488,14	4305607,35
<b>86</b>	683616,23	4304088,29	<b>189</b>	681496,46	4305626,75
<b>87</b>	683555,47	4304116,83	<b>190</b>	681501,51	4305635,62
<b>88</b>	683517,11	4304142,16	<b>191</b>	681499,96	4305657,10
<b>89</b>	683482,32	4304162,26	<b>192</b>	681499,71	4305676,69
<b>90</b>	683447,80	4304179,28	<b>193</b>	681503,50	4305688,56

<b>91</b>	683415,52	4304193,09	<b>194</b>	681504,95	4305707,87
<b>92</b>	683391,90	4304203,13	<b>195</b>	681503,49	4305735,51
<b>93</b>	683369,56	4304215,11	<b>196</b>	681503,71	4305744,69
<b>94</b>	683331,82	4304233,72	<b>197</b>	681506,62	4305799,74
<b>95</b>	683266,45	4304265,37	<b>198</b>	681509,08	4305827,85
<b>96</b>	683249,97	4304271,56	<b>199</b>	681511,40	4305842,43
<b>97</b>	683227,46	4304275,42	<b>200</b>	681513,66	4305856,45
<b>98</b>	683189,39	4304293,52	<b>201</b>	681514,45	4305859,46
<b>99</b>	683173,44	4304301,57	<b>202</b>	681522,64	4305863,18
<b>100</b>	683166,34	4304308,25	<b>203</b>	681528,29	4305870,49
<b>101</b>	683175,56	4304327,21	<b>204</b>	681530,62	4305875,14
<b>102</b>	683087,84	4304379,79	<b>205</b>	681531,56	4305879,37
<b>103</b>	682991,20	4304410,43	<b>206</b>	681533,35	4305886,82
			<b>207</b>	681536,60	4305901,52

## **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 mm<sup>2</sup> 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  $I_{sc}=18,39$  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.

$$I_{sc} \times 1,25 = 18,39 \times 1,25 = 22,99 < I_{adm}^{corr}$$

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.

Temperatura de servicio $\Theta_s$ en °C	Temperatura ambiente, $\Theta_a$ , 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 20. 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 21. 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 <sup>2</sup>	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 22. 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 mm<sup>2</sup> 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  $I_{sc}=18,39$  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.

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

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 considerados para el emplazamiento (30°C y 1,5 K·m/W), los cuales se pueden consultar en la Tabla 5 y la Tabla 6, siendo el valor de la temperatura 0,96 y el de la resistividad 0,85.

$$F_{temp \text{ terreno}} = 0,96$$

Temperatura de servicio $\Theta_s$ (°C)	Temperatura del terreno, $\Theta_t$ , 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 23. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

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

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

Separación entre los cables o ternas	Factor de corrección										
	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 25. 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 26. 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 solar Tecsun H1Z222-K de tensión 1,5 KVcc nos muestran la intensidad máxima que es capaz de soportar para cada sección:

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	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 27. 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 %, 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 mm<sup>2</sup> 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  $\varphi$  entre la tensión (de fase) y la intensidad
- $\sin \varphi$ : Seno del ángulo  $\varphi$  entre la tensión (de fase) y la intensidad
- $\gamma$ : Conductividad del conductor en m/( $\Omega$ /mm<sup>2</sup>)
- $\Delta U$ : Caída de tensión en V
- x: Reactancia de la línea (0,08  $\Omega$ /km)
- n: Número de conductores por línea
- S: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

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 mm<sup>2</sup> de cobre o de 70 mm<sup>2</sup> 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<sub>0</sub>: Temperatura ambiente del conductor
- T<sub>máx</sub>: Temperatura máxima admisible
- I: Intensidad prevista para el conductor
- I<sub>máx</sub>: 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<sub>t</sub>: Resistencia a la temperatura real estimada del conductor.
- R<sub>20</sub>: 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.

$$I_{inv} = \frac{Pot_{inv} (w)}{\sqrt{3} \cdot U (V) \cdot 0,85}$$

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.

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

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 considerados para el emplazamiento (30°C y 1,5 K·m/W), los cuales se pueden consultar en la Tabla siguiente.

Temperatura de servicio $\Theta_s$ en °C	Temperatura ambiente, $\Theta_a$ , 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 28. 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.

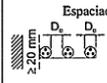
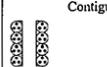
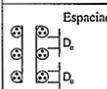
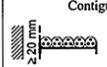
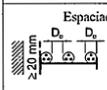
Tipo de instalación		Nº de circuitos trifásicos (1)						
		Nº de bandejas	1	2	3	4	6	9
Bandejas perforadas (2)	Contiguos 	1	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,75
		2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
		3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
	Espaciados 	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	-
		2	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-
		3	1,00	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	-
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 29. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos

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

La intensidad máxima admisible que admite el conductor de cobre genérico instalado al aire para cada sección se muestra en la Tabla 30.

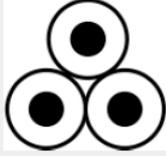
Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38	44	43	36
10	64	62	53	61	60	50
16	86	83	71	82	80	65
25	120	115	96	110	105	87
35	145	140	115	135	130	105
50	180	175	145	165	160	130
70	230	225	185	210	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 30. 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%.

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

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

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.

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

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 compañía 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 66 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 silíceas	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 31. 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:

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

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

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 SUBTERRÁNEA SISTEMA COLECTOR

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  $\theta$  de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

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

Siendo:

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

$\theta$  = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a  $90^{\circ} C$ .

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

Sección	Resistencia a $90^{\circ}C$ ( $\Omega/Km$ )
Al 95 mm <sup>2</sup>	0,41
Al 150 mm <sup>2</sup>	0,264
Al 240 mm <sup>2</sup>	0,16
Al 400 mm <sup>2</sup>	0,0997
Al 630 mm <sup>2</sup>	0,067

Tabla 32. Resistencia del cable a  $90^{\circ}C$  en función de su sección

#### 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 $90^{\circ}C$ ( $\Omega/Km$ ) <sup>2</sup>
Al 95 mm <sup>2</sup>	0,132
Al 150 mm <sup>2</sup>	0,123
Al 240 mm <sup>2</sup>	0,117
Al 400 mm <sup>2</sup>	0,106
Al 630 mm <sup>2</sup>	0,092

Tabla 33. Reactancia del cable a  $90^{\circ}C$  en función de su sección

### 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 $\theta_{cc}$	Cortocircuito $\theta_{cc}$ ( $t \leq 5s$ )
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250°C

Tabla 34. Temperaturas máximas admisibles de los conductores

### 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 <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	(Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<b>Conductores de Cu</b>					
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	-	-
	<b>Conductores de Al</b>					
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
<b>95</b>	<b>255</b>	<b>235</b>	<b>205</b>	<b>190</b>	200	180
120	295	270	235	215	225	205
<b>150</b>	<b>335</b>	<b>305</b>	<b>260</b>	<b>245</b>	255	230
185	385	345	295	280	285	260
<b>240</b>	<b>455</b>	<b>405</b>	<b>345</b>	<b>320</b>	330	305
300	520	465	390	365	375	345
<b>400</b>	<b>610</b>	-	<b>445</b>	<b>415</b>	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

Tabla 35. Intensidad máxima admisible del cable

\* 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 20 kV, cuya denominación es:

**RH5Z1 (S) 12/20 kV 1(3x95 mm<sup>2</sup>) Al**

Según la tabla anterior, un conductor de aluminio de 95 mm<sup>2</sup> directamente enterrado de sección le corresponde una intensidad máxima admisible  $I_{máxadm} = 205 \text{ A}$ .

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, θ <sub>t</sub> , 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 36. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

Resistividad térmica del terreno (Fcrt)

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 <sup>2</sup>	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 37. 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 Badajoz, 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 directamente enterrados es de **1,00**.

Corrección por distancias entre ternos o cables tripolares (Fdis)

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

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		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 38. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

La línea colectora se compone de un circuito, el cual conecta el primer centro de seccionamiento con el segundo; y después este con el centro de seccionamiento,

siempre discurriendo por una zanja individual. Por lo anterior, aplicaremos un factor **Fdis=1**.

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 <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
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 39. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

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

Dónde:

**I<sub>adm</sub>** = 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:

$$I_{máxadm} = 205 * 0,96 * 1,00 * 1,00 * 1,00 = 196,8 A$$

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.

### 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:

I<sub>cc3</sub> = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S<sub>cc</sub> = 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<sub>cc</sub>), 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.

- I<sub>AD</sub>: 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.
- $\theta_f$ : es la temperatura final ( $^{\circ}\text{C}$ ). En el conductor se utilizarán  $250^{\circ}\text{C}$  y en la pantalla se utilizarán  $210^{\circ}\text{C}$ .
- $\theta_i$ : es la temperatura inicial ( $^{\circ}\text{C}$ ). En el conductor se utilizarán  $90^{\circ}\text{C}$  y en la pantalla se utilizarán  $80^{\circ}\text{C}$ .
- $\beta$ : 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  $228^{\circ}\text{C}$  (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  $95 \text{ mm}^2$  Al RH5Z1 (S) 12/20 kV, la pantalla metálica tendrá una sección de  $16 \text{ mm}^2$  y está compuesta por hilos de cobre.

#### **3.5. 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:

$$I_{\text{máxcabecera}} = \frac{P_{\text{adm}} * 10^6}{\sqrt{3} * U * 10^3 * \cos\varphi} \text{ A}$$

Siendo:

$I_{\text{máxcabecera}}$  = Intensidad máxima dada en cabecera de subestación, en A.

$P_{\text{adm}}$  = la potencia máxima generada

U = Tensión nominal de la línea, en kV

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

En esta planta, la línea colectora está formada por un circuito el cual evacua la totalidad de la potencia de la Planta Fotovoltaica Santa Amalia:

$$I_{\text{máxcabecera}} = \frac{4,99 * 10^6}{\sqrt{3} * 20 * 10^3 * 0,95} = 151,63 \text{ A}$$

### 3.6. Potencia a transportar.

En el presente proyecto la potencia máxima a transportar será la potencia generada por la Planta Solar Fotovoltaica "SANTA AMALIA", que como máximo será de 4,99 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 $\varphi$	Padm (MW)	$\geq$	Ptot real (MW)	Condición
20	196,8	0,95	6,48		4,99	CUMPLE

Tabla 40. Potencia a transportar de la instalación

### 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:

$$\Delta U = \frac{L * I * \sqrt{3} * [(R_{90} * \cos \varphi) + (X * \sin \varphi)]}{n^{\circ} \text{ de ternas}} V$$

Dónde:

L = Longitud de la línea, en km,

I = Intensidad máxima de la instalación, en A

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en  $\Omega/\text{km}$

X = Reactancia de la línea, en  $(\Omega/\text{km})^2$ .

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

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

Para nuestro caso tenemos:

L = Longitud, en km

I<sub>máxcabecera</sub> = Intensidad máxima de la instalación, en A

Sección	Reactancia a 90°C (Ω/Km) <sup>2</sup>	I <sub>max</sub> (enterrado)
Al 95 mm <sup>2</sup>	0,132	205
Al 150 mm <sup>2</sup>	0,123	260
Al 240 mm <sup>2</sup>	0,106	345
Al 400 mm <sup>2</sup>	0,106	445
Al 630 mm <sup>2</sup>	0,092	575

Tabla 41. Reactancia del cable a 90°C en función de su sección

Considerando un factor de potencia de 0,95 obtenemos una caída de tensión:

Tramo	Cable	Longitud (km)	ΔU(V)	ΔU(%)
Colectora tramo 1	Al 95 mm <sup>2</sup>	0,339	19,17	0,096
Colectora tramo 2	Al 95 mm <sup>2</sup>	0,333	37,67	0,284

Tabla 42. Caídas de tensión línea colectora

### 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:

$$\Delta P = \frac{3 * R_{90} * L * I^2}{N^{\circ} \text{ de ternas}}$$

Dónde:

ΔP = Pérdida de potencia, en W,

L = Longitud de la línea, en km,

R<sub>90</sub> = 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:

Tramo	Cable	Longitud (km)	ΔP(kW)
Colectora tramo 1	Al 95 mm <sup>2</sup>	0,339	2,40
Colectora tramo 2	Al 95 mm <sup>2</sup>	0,333	9,42

Tabla 43. Pérdidas de potencia línea colectora

### 3.9. Resultados de cálculos eléctricos de la línea colectora.

En esta tabla se pueden observar estos resultados:

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)	$\Delta V$ Parcial (V)	$\Delta V$ Acum (V)	$\Delta V$ Acum (%)	Pot Perdidas Parcial (kW)	Pot Perdidas Acum(kW)	Pot Perdidas Acum(%)	
1	TR1	TR2	20	2495	0,339	1	1	Al 95 mm <sup>2</sup>	0,41	0,132	196,8 A	75,82	19,17	19,17	0,096	2,40	2,40	0,048	
1	TR2	CSE	20	4990	0,333	1	1	Al 95 mm <sup>2</sup>	0,41	0,132	196,8 A	151,63	37,67	56,84	0,284	9,42	11,81	0,237	
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>															0,284				
<b>Pérdidas de potencia línea</b>																		11,81	0,24%
<b>Pérdidas totales respecto al parque</b>																		11,81	0,24%

Tabla 44. Resultados eléctricos de la línea colectora

#### 4. CÁLCULOS DE LÍNEA DE EVACUACIÓN – LÍNEA SUBTERRÁNEA

Para el cálculo de una línea de alta 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
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  $\theta$  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.

$\theta$  = 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 <sup>2</sup>	0,41
Al 150 mm <sup>2</sup>	0,264
Al 240 mm <sup>2</sup>	0,16
Al 400 mm <sup>2</sup>	0,0997
Al 630 mm <sup>2</sup>	0,067

Tabla 45. Resistencia del cable a 90°C en función de su sección

##### 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 ( $\Omega/\text{Km}$ ) <sup>2</sup>
Al 95 mm <sup>2</sup>	0,132
Al 150 mm <sup>2</sup>	0,123
Al 240 mm <sup>2</sup>	0,106
Al 400 mm <sup>2</sup>	0,106
Al 630 mm <sup>2</sup>	0,092

Tabla 46. Reactancia del cable a 90°C en función de su sección

#### 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 $\theta_{cc}$	Cortocircuito $\theta_{cc}$ ( $t \leq 5s$ )
Polietileno reticulado XLPE	90°C	250°C

Tabla 47. Temperaturas máximas admisibles de los conductores

#### **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.

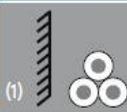
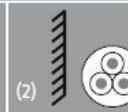
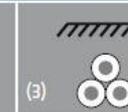
Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	(Temperatura máxima en el conductor 90 °C)					
	1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
	<b>Conductores de Cu</b>					
10	-	-	-	-	-	-
16	115	105	100	91	98	90
25	155	140	130	120	125	115
35	185	170	155	145	150	140
50	220	205	180	170	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	-	-
	<b>Conductores de Al</b>					
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
<b>95</b>	<b>255</b>	<b>235</b>	<b>205</b>	<b>190</b>	<b>200</b>	<b>180</b>
120	295	270	235	215	225	205
<b>150</b>	<b>335</b>	<b>305</b>	<b>260</b>	<b>245</b>	<b>255</b>	<b>230</b>
185	385	345	295	280	285	260
<b>240</b>	<b>455</b>	<b>405</b>	<b>345</b>	<b>320</b>	<b>330</b>	<b>305</b>
300	520	465	390	365	375	345
<b>400</b>	<b>610</b>	-	<b>445</b>	<b>415</b>	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

Tabla 48. Intensidad máxima admisible del cable

\* 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 20 kV, cuya denominación es:

**RH5Z1 (S) 12/20 kV 1x (3x95 mm<sup>2</sup>) Al**

Según la tabla anterior, un conductor de aluminio de 95 mm<sup>2</sup> directamente enterrado de sección le corresponde una intensidad máxima admisible  $I_{máxadm} = 205 \text{ A}$ .

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 ts	Temperatura del terreno, $\theta_r$ , 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 49. 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 <sup>2</sup>	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	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
	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 50. 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 Badajoz, 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 directamente enterrados 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 51. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

En parte de la zanja por la que discurrirá esta línea de evacuación, irán colocados dos ternos más (los correspondientes a las líneas de evacuación de las plantas FV “El Navío” y “Vegas Grandes”, que comparten parte de su trazado con esta línea). Las tres ternas se colocarían separadas 0,40 metros, por lo que el factor a aplicar será **Fdis=0,78**.

#### 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 <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
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 52. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

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

Dónde:

**Iadm** = 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:

$$I_{máxadm} = 205 * 0,96 * 1,00 * 0,78 * 1,00 = 153,5 \text{ A}$$

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:

Icc3 = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

Scc = 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.

#### 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.

- IAD: es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática.

-  $\epsilon$ : es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes. En régimen adiabático  $\epsilon = 1$ .

#### **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/mm<sup>2</sup>.

o Para el cobre se utilizará un valor de 226 As-1/2/mm<sup>2</sup>.

- 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.

-  $\theta_f$ : es la temperatura final (°C). En el conductor se utilizarán 250 °C y en la pantalla se utilizarán 210°C.

-  $\theta_i$ : es la temperatura inicial (°C). En el conductor se utilizarán 90 °C y en la pantalla se utilizarán 80°C.

-  $\beta$ : 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 de 95 mm<sup>2</sup> Al RH5Z1 (S) 12/20 kV, la pantalla metálica tendrá una sección de 16 mm<sup>2</sup> 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:

$$I_{\text{máxcabecera}} = \frac{4,99 * 10^6}{\sqrt{3} * 20 * 10^3 * 0,95} = 151,63 \text{ A}$$

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 Solar Fotovoltaica "Santa Amalia", que como máximo será de 4,99 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)	$I_{\text{máxadm}}$	$\text{Cos } \phi$	$\text{Padm (MW)}$	$\geq$	Ptot real (MW)	Condición
20	153,50	0,95	5,05		4,99	CUMPLE

Tabla 53. 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:

$$\Delta U = L * I * \sqrt{3} * [(R_{90} * \text{cos}\phi) + (X_{90} * \text{sin}\phi)]$$

Dónde:

L = Longitud de la línea, en km,

$R_{90}$  = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en  $\Omega/\text{km}$

X = Reactancia de la línea, en  $\Omega/\text{km}$ .

$\text{cos } \phi$  = Coseno de  $\phi$  de la instalación, admi.

$\text{sin } \phi$  = Seno de  $\phi$  de la instalación, admi.

Para nuestro caso tenemos:

L = Longitud, en km

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

Sección	Reactancia a 90°C (Ω/Km) <sup>2</sup>	I <sub>max</sub> (enterrado)
Al 95 mm <sup>2</sup>	0,132	205
Al 150 mm <sup>2</sup>	0,123	260
Al 240 mm <sup>2</sup>	0,106	345
Al 400 mm <sup>2</sup>	0,106	445
Al 630 mm <sup>2</sup>	0,092	575

Tabla 54. Reactancia del cable a 90°C en función de su sección

Considerando un factor de potencia de 0,95 obtenemos una caída de tensión:

$$\Delta U = 615,15 \text{ V}$$

Donde la caída de tensión porcentual es de:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U (V)}{U(V)} = \frac{615,15 \text{ V}}{20.000 \text{ V}} * 100 = 3,08 \%$$

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:

$$\Delta P = \frac{3 * R * L * I^2}{N^{\circ} \text{ de ternas}}$$

Donde:

$\Delta P$  = Pérdida de potencia, en W,

L = Longitud de la línea, en km,

R<sub>90</sub> = 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:

$$\Delta P = 86,23 \text{ kW}$$

**5. RESULTADOS DE CÁLCULO LÍNEA DE EVACUACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA**

A continuación, se muestra en una tabla los cálculos totales de las caídas de tensión y pérdidas de potencia:

Tramo	Cable	Longitud (km)	$\Delta U(V)$	$\Delta U(\%)$	$\Delta P(kW)$
<b>Colectora tramo 1</b>	<b>Al 95 mm<sup>2</sup></b>	<b>0,339</b>	<b>56,84</b>	<b>0,28</b>	<b>11,81</b>
<b>Colectora tramo 2</b>	<b>Al 95 mm<sup>2</sup></b>	<b>0,333</b>			
<b>Subterráneo 1</b>	<b>Al 95 mm<sup>2</sup></b>	<b>5.438</b>	<b>615,15</b>	<b>3,08</b>	<b>86,23</b>
<b>Total</b>		<b>6,110</b>	<b>665,54</b>	<b>3,36</b>	<b>98,04</b>

Tabla 55. Resultados de cálculo

Los datos de la caída de tensión total, corresponden a la suma de los todos los tramos de la línea de evacuación (subterráneo 1) más el tramo más desfavorable de la línea colectora.

## **CAPÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES**

## ÍNDICE

CAPÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES.....	1
<b>1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS.</b> .....	<b>4</b>
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.....	7
1.7. Medición y valoración.....	8
1.8. Certificaciones. ....	8
1.9. Recepción y liquidación de obras.....	8
1.10. Obligaciones del propietario. ....	9
1.11. Señalización de obras. ....	9
1.12. Normas de carácter general. ....	10
1.13. Gastos de carácter general a cargo del contratista.....	11
1.14. Contradicciones y omisiones del proyecto. ....	11
1.15. Materiales y ensayos.....	12
<b>2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES.</b> .....	<b>12</b>
2.1. Descripción de las obras. ....	12
2.2. Condiciones de ejecución de las obras. ....	12
2.3. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras. ....	12
<b>3. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.</b> .....	<b>14</b>
3.1. Con carácter general. ....	14
3.2. Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características .....	14
<b>4. CONDICIONES DE EJECUCIÓN</b> .....	<b>16</b>
4.1. Excavaciones .....	16
4.2. Rellenos.....	16
4.3. Hormigonados .....	16
4.4. Encofrados .....	16
4.5. Estructuras metálicas .....	16
4.6. Con carácter general.....	17

4.7. Tierras .....	17
4.8. Cables de fuerza y control.....	17
<b>5. TRABAJOS ELÉCTRICOS GENERALES.....</b>	<b>18</b>
5.1. Generalidades. ....	18
5.2. Canalizaciones eléctricas.....	18
5.3. Conexionado .....	18
5.4. Sistema de puesta a tierra.....	20
5.5. 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 alcanzara 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 sean inherentes 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.

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.

#### **1.12. Normas de carácter general.**

##### ***1.12.1. 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, recogiendo y retirando 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.

##### ***1.12.2. 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 aparamenta, 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.

#### *1.12.3. 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.

#### **1.13. 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.

#### **1.14. 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

#### **1.15. 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). 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/cm<sup>2</sup>.

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 aquélla 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/cm<sup>2</sup>, (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:  $\pm 5$  mm.
- Nivelación:  $\pm 5$  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.

### 5.3. 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.

#### 5.4. 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.

#### 5.5. 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.

El Ingeniero Técnico Eléctrico  
Sergio Paredes García,  
Nº de colegiado 26.543 por el COGITIM



## **CAPÍTULO V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## ÍNDICE

CAPÍTULO V. 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.....	35
6.1. Ordenación de la acción preventiva. ....	35
6.2. Organigrama funcional. ....	36
6.3. Normas generales de seguimiento y control. ....	38
6.4. Reuniones de seguimiento y control interno. ....	41
7. FORMACIÓN E INFORMACIÓN.....	43

7.1.	Acciones formativas. ....	43
7.2.	Instrucciones generales y específicas. ....	44
7.3.	Información y divulgación. ....	45
7.4.	Atribuciones generales de seguridad del personal facultativo de la obra. 46	
7.5.	Funciones específicas de seguridad. ....	48
8.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD. ....	57
9.	MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA. ....	58
9.1.	Condiciones generales. ....	58
9.2.	Información previa. ....	58
9.3.	Servicios afectados: identificación, localización y señalización. ....	58
9.4.	Accesos, circulación interior y delimitación de la obra. ....	59
10.	MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN. ....	61
10.1.	Protecciones colectivas. ....	61
10.2.	Equipos de protección individual. ....	61
11.	SEÑALIZACIONES. ....	63
11.1.	Normas generales. ....	63
11.2.	Señalización de las vías de circulación. ....	63
11.3.	Personal auxiliar de los maquinistas para señalización. ....	63
12.	CONCLUSIÓN .....	64

## 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 "Santa Amalia" 5,7024 MWp / 4,99 MWn y Sistema de Evacuación, ubicado en el término municipal de Badajoz, en la provincia de Badajoz.

La Planta Solar Fotovoltaica "Santa Amalia" se contempla como una sola instalación de 4.990 kW nominales, y para evacuar la energía producida a la subestación "CERRO GORDO" mediante una línea subterránea de evacuación de Media Tensión a 20 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: 2.788.325,23 €

### 2.2. Titular del proyecto

La entidad promotora de la actuación es la siguiente:

- PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, S.L CIF B-56237167

Los datos de la persona y dirección de contacto a efectos de notificaciones relacionadas son los siguientes:

- Calle Espoz y Mina, 2, 3 planta, 28012, Madrid

### 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 m<sup>2</sup> 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.

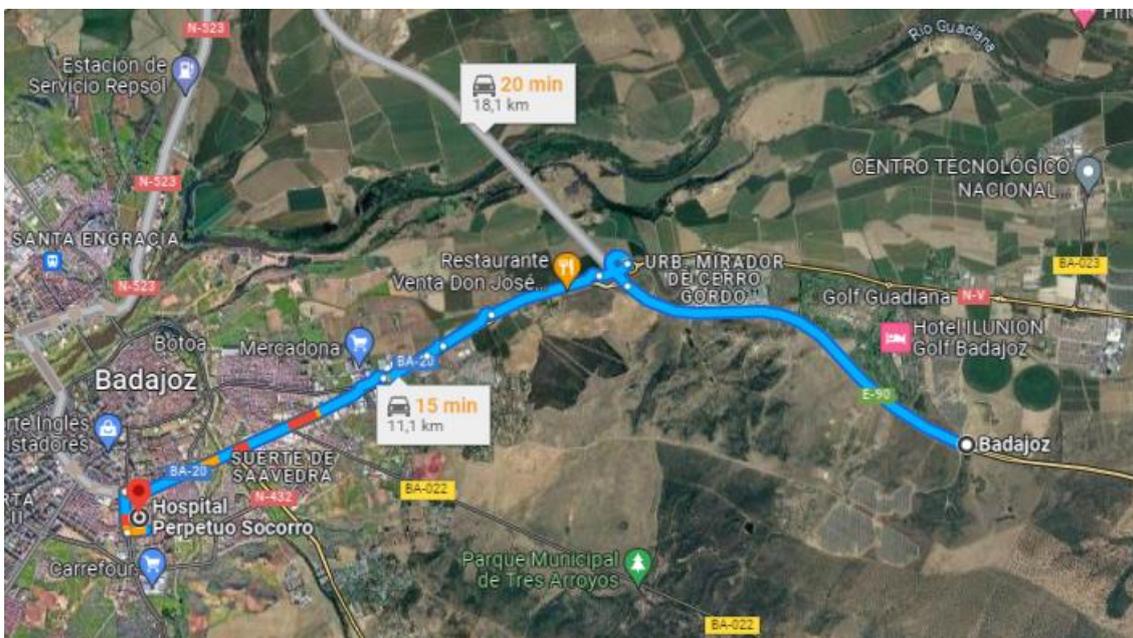
Equipamiento mínimo aconsejable del armario botiquín:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Venda.
- Esparadrapo.
- Apósitos adhesivos.
- Tijeras.
- Pinzas.
- Guantes desechables.

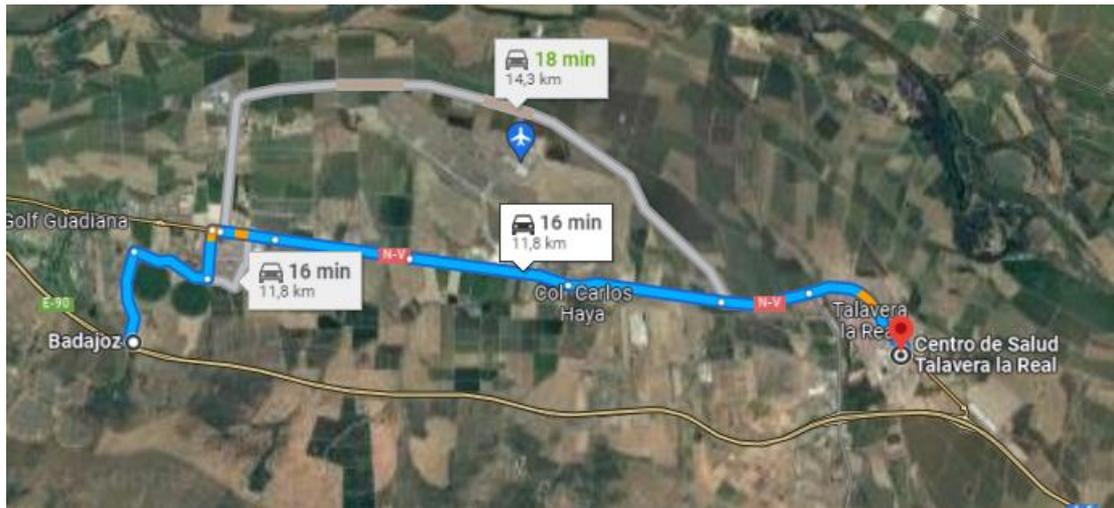
### 2.10. Atención en caso de accidente

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:

- Hospital Perpetuo Socorro: a 11,1 km de distancia.
- Centro de Salud Talavera la Real: a 11,8 km de distancia.



Recorrido a Hospital Perpetuo Socorro, en Av. Damián Téllez Lafuente, S/N, 06010  
Badajoz



Recorrido a Centro de Salud Talavera la Real, en C/ Bolivia, s/n, 06140 Talavera la Real,  
Badajoz

### **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/m<sup>2</sup> (150 Kg/m<sup>2</sup>).

### **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 m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> 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 tablones, 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/m<sup>2</sup>, no será superior a 2.00 m.

Para soportar cargas inferiores a 125 kg/m<sup>2</sup>, 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 pié de flecha.

Normalmente van montadas en pié 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.

<b>Forma</b>	Círculo
<b>Color de seguridad</b>	Rojo
<b>Color de contraste</b>	Blanco
<b>Color de símbolo</b>	Negro
<b>Señales de indicación de peligro</b>	
<b>Forma</b>	Triángulo equilátero
<b>Color de seguridad</b>	Amarillo
<b>Color de contraste</b>	Negro
<b>Color de símbolo</b>	Negro
<b>Señales de información de seguridad</b>	
<b>Forma</b>	Rectangular
<b>Color de seguridad</b>	Verde
<b>Color de contraste</b>	Blanco
<b>Color de símbolo</b>	Blanco
<b>Señales de obligación</b>	
<b>Forma</b>	Círculo
<b>Color de seguridad</b>	Azul
<b>Color de contraste</b>	Blanco
<b>Color de símbolo</b>	Blanco
<b>Señales de información</b>	
<b>Forma</b>	Rectangular

<b>Color de seguridad</b>	Azul
<b>Color de contraste</b>	Blanco
<b>Color de símbolo</b>	Blanco
<b>Señalización y localización equipos contra incendios</b>	
<b>Forma</b>	Rectangular
<b>Color de seguridad</b>	Rojo
<b>Color de contraste</b>	Blanco
<b>Color de símbolo</b>	Blanco

Las dimensiones de las señales serán las siguientes:

La superficie de la señal, S (m<sup>2</sup>), 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 superiores 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,  
N.º de colegiado 26.543 por el COGITIM

## **CAPITULO VI. FICHAS TÉCNICAS**

## **CAPITULO VI. FICHAS TÉCNICAS**



**BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE**

PRODUCT: TSM-DEG19C.20

PRODUCT RANGE: 535-555W

**555W**

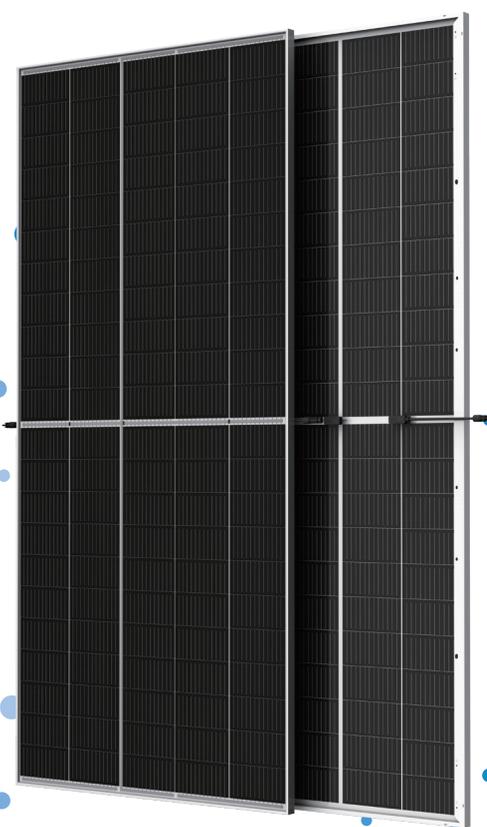
MAXIMUM POWER OUTPUT

**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**

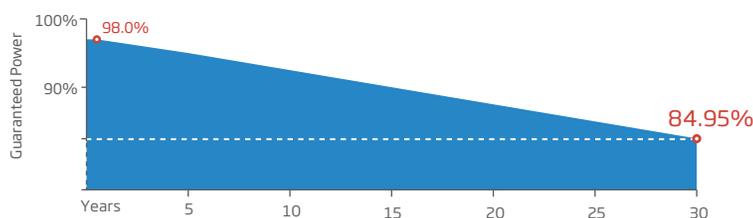
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive 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**



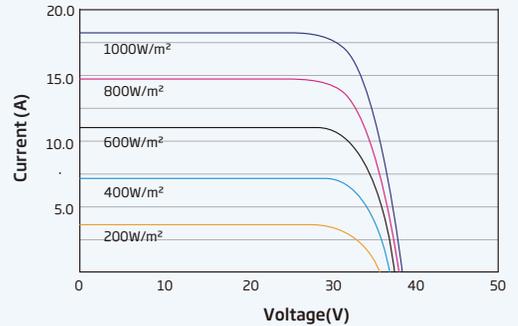
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



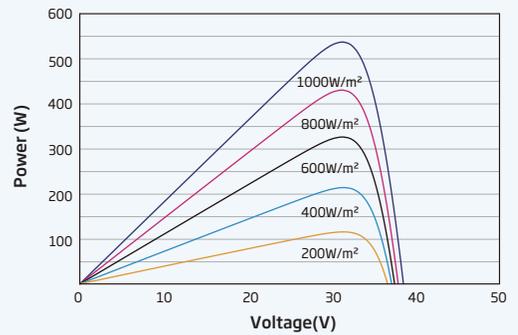
### DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



### I-V CURVES OF PV MODULE(540 W)



### P-V CURVES OF PV MODULE(540 W)



### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts - P <sub>MAX</sub> (Wp)*	535	540	545	550	555
Power Tolerance - P <sub>MAX</sub> (W)			0 ~ +5		
Maximum Power Voltage - V <sub>MPP</sub> (V)	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
Maximum Power Current - I <sub>MPP</sub> (A)	17.16	17.21	17.24	17.29	17.35
Open Circuit Voltage - V <sub>OC</sub> (V)	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Short Circuit Current - I <sub>SC</sub> (A)	18.24	18.30	18.35	18.39	18.43
Module Efficiency η <sub>m</sub> (%)	20.5	20.7	20.9	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, 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 <sub>MAX</sub> (Wp)	573	578	583	589	594
Maximum Power Voltage - V <sub>MPP</sub> (V)	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
Maximum Power Current - I <sub>MPP</sub> (A)	18.36	18.41	18.45	18.50	18.56
Open Circuit Voltage - V <sub>OC</sub> (V)	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Short Circuit Current - I <sub>SC</sub> (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 <sub>MAX</sub> (Wp)	405	409	413	416	420
Maximum Power Voltage - V <sub>MPP</sub> (V)	29.0	29.2	29.4	29.5	29.7
Maximum Power Current - I <sub>MPP</sub> (A)	13.97	14.02	14.08	14.10	14.14
Open Circuit Voltage - V <sub>OC</sub> (V)	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1
Short Circuit Current - I <sub>SC</sub> (A)	14.70	14.75	14.79	14.82	14.85

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), 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 <sub>MAX</sub>	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V <sub>OC</sub>	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I <sub>SC</sub>	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

## TRANSFORMERLESS DUAL SOLUTION WITH TWO B SERIES INVERTERS

### Dual inverter up to 3.6 MVA at 1500 V

#### Maximum power density

These PV central inverters feature more power per cubic foot. Thanks to the use of high-quality components, this inverter series performs at the highest possible level.

#### Latest generation electronics

The B Series inverters integrate an innovative control unit that runs faster and performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor. Furthermore, the hardware of the control unit allows some more accurate measurements and very reliable protections.

These inverters feature a low voltage ride-through capability and also a lower power consumption thanks to a more efficient power supply electronic board.

#### Integrated AC connections

The output connections are integrated into the same cabinet, facilitating close-coupled connection with the MV transformer, as well as maintenance and repair work.

#### Maximum protection

These PV inverters are supplied with the combiner box already integrated. Thus, they can guarantee the maximum protection thanks to their DC load break switches and the motorized DC switch to decouple the PV generator from the inverter.

Moreover, they are also supplied with a motorized AC circuit breaker. Optionally, they can be supplied with DC fuses, grounding kit and input current monitoring.

#### Maximum efficiency values

Through the use of innovative electronic conversion topologies, efficiency values of up to 98.9% can be achieved.

#### Enhanced functionality

This new INGECON® SUN Power range features a revamped, improved enclosure which, together with its innovative air cooling system, makes it possible to increase the ambient operating temperature.



**Long-lasting design**

These inverters have been designed to guarantee a long life expectancy. Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

**Grid support**

The INGECON® SUN Power B Series has been designed to comply with the grid connection requirements UL1741SA, IEEE1547 and RULE21, contributing to the quality and stability of the electric system. These inverters therefore feature a low voltage ride-through capability, and can deliver reactive power and control the active power delivered to the grid. Moreover, they can operate in weak power grids with a low SCR.

**Ease of maintenance**

All the elements can be removed or replaced directly from the inverter's front side, thanks to its new design.

**Easy to operate**

The INGECON® SUN Power inverters feature an LCD screen for the simple and convenient monitoring of the inverter status and a range of internal variables. The display also includes a number of LEDs to show the inverter operating status with warning lights to indicate any incidents. All this helps to simplify and facilitate maintenance tasks.

**Monitoring and communication**

Ethernet communications supplied as standard. The following applications are included at no extra cost: INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor and its Smartphone version Web Monitor, available on the App Store. These applications are used for monitoring and recording the inverter's internal operating variables through the Internet (alarms, real time production, etc.), in addition to the historical production data.

Two communication ports available for each inverter (one for monitoring and one for plant controlling), allowing fast and simultaneous plant control.

**PROTECTIONS**

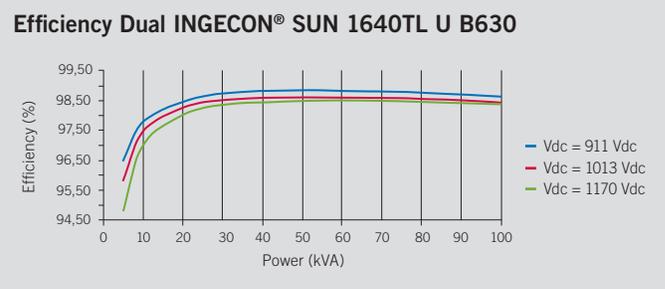
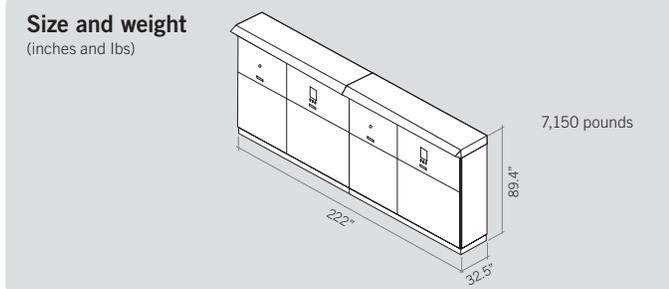
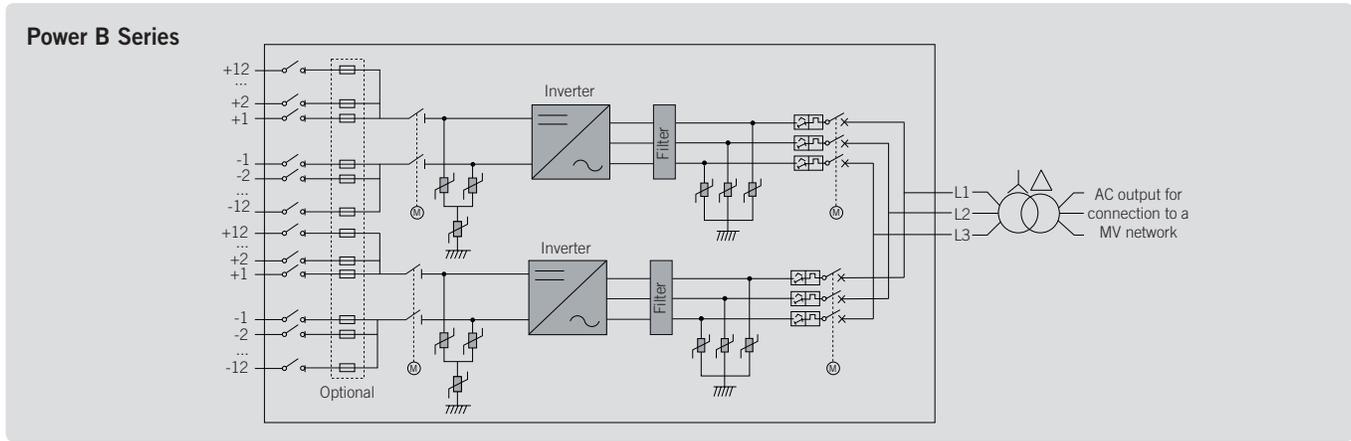
- Integrated combiner box with DC isolators.
- DC Reverse polarity.
- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 12 pairs of fuse holders per power block (up to 15 if the combiner box is not integrated).
- Lightning induced DC and AC surge arrestors, type II.
- Motorized DC switch to automatically disconnect the inverter from the PV array.
- Low voltage ride-through capability.
- Motorized AC circuit breaker.
- Hardware protection via firmware.
- Additional protection for the power stack, as it is air cooled by a closed loop.

**OPTIONAL ACCESSORIES**

- Auxiliary services feeder.
- Grounding kit.
- Heating kit, for expanding the temperature range down to -40 °F.
- DC fuses.
- Monitoring of the group currents at the DC input.
- PID prevention kit (PID: Potential Induced Degradation).
- Night time reactive power injection.
- Sand-trap kit.

**ADVANTAGES OF THE B SERIES**

- Higher power density.
- Latest generation electronics.
- More efficient electronic protection.
- Night time supply to communicate with the inverter at night.
- Enhanced performance.
- Easier maintenance thanks to its new design and enclosure.
- Lightweight spares.
- It allows to ground the PV array.
- Components easily replaceable.



	2340 kVA DUAL INGECON® SUN 1170TL U B450	2495 kVA DUAL INGECON® SUN 1245TL U B480	2800 kVA DUAL INGECON® SUN 1400TL U B540	3000 kVA DUAL INGECON® SUN 1500TL U B578	3120 kVA DUAL INGECON® SUN 1560TL U B600	3200 kVA DUAL INGECON® SUN 1600TL U B615
<b>Input (DC)</b>						
Recommended PV array power range <sup>(1)</sup>	2,314 - 3,040 kWp	2,468 - 3,244 kWp	2,778 - 3,648 kWp	2,972 - 3,904 kWp	3,086 - 4,054 kWp	3,162 - 4,154 kWp
Voltage Range MPP <sup>(2)</sup>	645 - 1,300 V	686 - 1,300 V	769 - 1,300 V	822 - 1,300 V	853 - 1,300 V	873 - 1,300 V
Maximum voltage <sup>(3)</sup>	1,500 V					
Maximum current	1,870 A per power block					
N° inputs with fuse-holders	6 up to 12 per power block (up to 15 if the combiner box is not integrated)					
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)					
Type of connection	Connection to copper bars					
Power blocks	2					
MPPT	2					
<b>Input protections</b>						
Overvoltage protections	Type II surge arresters					
DC switch	Motorized DC load break disconnect					
Other protections	Integrated DC combiner box / Up to 12 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton					
<b>Output (AC)</b>						
Power @86 °F / @122 °F	2,338 kVA / 2,104 kVA	2,494 kVA / 2,244 kVA	2,806 kVA / 2,525 kVA	3,004 kVA / 2,703 kVA	3,118 kVA / 2,806 kVA	3,196 kVA / 2,876 kVA
Current @86 °F / @122 °F	3,000 A / 2,700 A					
Rated voltage	450 V IT System	480 V IT System	540 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	615 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz					
Power Factor <sup>(4)</sup>	1					
Power Factor adjustable	Yes. S <sub>max</sub> =2,338 kVA	Yes. S <sub>max</sub> =2,494 kVA	Yes. S <sub>max</sub> =2,806 kVA	Yes. S <sub>max</sub> =3,004 kVA	Yes. S <sub>max</sub> =3,118 kVA	Yes. S <sub>max</sub> =3,196 kVA
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>(5)</sup>	<3%					
<b>Output protections</b>						
Overvoltage protections	Type II surge arresters					
AC breaker	Motorized AC circuit breaker with door control					
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection					
Other protections	AC short-circuits and overloads					
<b>Features</b>						
Operating efficiency	98.9%					
CEC	98.5%					
Max. consumption aux. services	9,400 W (50 A)					
Stand-by or night consumption <sup>(6)</sup>	180 W					
Average power consumption per day	4,000 W					
<b>General Information</b>						
PV inverters included	Two units of the INGECON® SUN 1170TL U B450	Two units of the INGECON® SUN 1245TL U B480	Two units of the INGECON® SUN 1400TL U B540	Two units of the INGECON® SUN 1500TL U B578	Two units of the INGECON® SUN 1560TL U B600	Two units of the INGECON® SUN 1600TL U B615
Operational temperature range	-4 °F to +135 °F (operational temperature range expandable from -40 °F to +135 °F)					
Relative humidity (non-condensing)	0-100%					
Protection class	NEMA 3R (NEMA 3 with the sand-trap kit)					
Maximum altitude	14,770 ft (for installations beyond 3,300 ft, please contact Ingeteam's solar sales department)					
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase+ neutral power supply)					
Air flow range	0 - 84 ft <sup>3</sup> /s per power block (0 - 7,800 m <sup>3</sup> /h per power block)					
Average air flow	2 x 45 ft <sup>3</sup> /s (2 x 4,200 m <sup>3</sup> /h)					
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 33 ft / <54.5 dB(A) at 33 ft					
Marking	CE, SGS					
EMC and security standards	UL1741, FCC Part 15, IEEE C37.90.1, IEEE C37.90.2, CSA22.2 No107					
Grid connection standards	IEC 62116, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, NEC CODE, Rule 21, Rule 14H, CSA22.2 No107					

**Notes:** <sup>(1)</sup> Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions <sup>(2)</sup> V<sub>mpp,min</sub> is for rated conditions (V<sub>ac</sub>=1 p.u. and Power Factor=1) and floating PV systems <sup>(3)</sup> Consider the voltage increase of the 'V<sub>oc</sub>' at low temperatures <sup>(4)</sup> For P<sub>out</sub>>25% of the rated power <sup>(5)</sup> For P<sub>out</sub>>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 <sup>(6)</sup> Consumption from PV field when there is PV power available.

	3280 kVA DUAL INGECON® SUN 1640TL U B630	3330 kVA DUAL INGECON® SUN 1665TL U B640	3380 kVA DUAL INGECON® SUN 1690TL U B650	3430 kVA DUAL INGECON® SUN 1715TL U B660	3480 kVA DUAL INGECON® SUN 1740TL U B670	3600 kVA DUAL INGECON® SUN 1800TL U B690
<b>Input (DC)</b>						
Recommended PV array power range <sup>(1)</sup>	3,240 - 4,256 kWp	3,292 - 4,324 kWp	3,344 - 4,390 kWp	3,396 - 4,390 kWp	3,446 - 4,526 kWp	3,550 - 4,662 kWp
Voltage Range MPP <sup>(2)</sup>	894 - 1,300 V	908 - 1,300 V	922 - 1,300 V	935 - 1,300 V	950 - 1,300 V	978 - 1,300 V
Maximum voltage <sup>(3)</sup>	1,500 V					
Maximum current	1,870 A per power block					
N° inputs with fuse-holders	6 up to 12 per power block (up to 15 if the combiner box is not integrated)					
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)					
Type of connection	Connection to copper bars					
Power blocks	2					
MPPT	2					
<b>Input protections</b>						
Overvoltage protections	Type II surge arresters					
DC switch	Motorized DC load break disconnect					
Other protections	Integrated DC combiner box / Up to 12 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton					
<b>Output (AC)</b>						
Power @86 °F / @122 °F	3,274 kVA / 2,946 kVA	3,326 kVA / 2,994 kVA	3,378 kVA / 3,040 kVA	3,430 kVA / 3,086 kVA	3,482 kVA / 3,134 kVA	3,586 kVA / 3,226 kVA
Current @86 °F / @122 °F	3,000 A / 2,700 A					
Rated voltage	630 V IT System	640 V IT System	650 V IT System	660 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz					
Power Factor <sup>(4)</sup>	1					
Power Factor adjustable	Yes. Smax=3,274 kVA	Yes. Smax=2,494 kVA	Yes. Smax=3,378 kVA	Yes. Smax=3,430 kVA	Yes. Smax=3,482 kVA	Yes. Smax=3,586 kVA
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>(5)</sup>	<3%					
<b>Output protections</b>						
Overvoltage protections	Type II surge arresters					
AC breaker	Motorized AC circuit breaker with door control					
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection					
Other protections	AC short-circuits and overloads					
<b>Features</b>						
Operating efficiency	98.9%					
CEC	98.5%					
Max. consumption aux. services	9,400 W (50 A)					
Stand-by or night consumption <sup>(6)</sup>	180 W					
Average power consumption per day	4,000 W					
<b>General Information</b>						
PV inverters included	Two units of the INGECON® SUN 1640TL U B630	Two units of the INGECON® SUN 1665TL U B640	Two units of the INGECON® SUN 1690TL U B650	Two units of the INGECON® SUN 1715TL U B660	Two units of the INGECON® SUN 1740TL U B670	Two units of the INGECON® SUN 1800TL U B690
Operational temperature range	-4 °F to +135 °F (operational temperature range expandable from -40 °F to +135 °F)					
Relative humidity (non-condensing)	0-100%					
Protection class	NEMA 3R (NEMA 3 with the sand-trap kit)					
Maximum altitude	14,770 ft (for installations beyond 3,300 ft, please contact Ingeteam's solar sales department)					
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase+ neutral power supply)					
Air flow range	0 - 84 ft³/s per power block (0 - 7,800 m³/h per power block)					
Average air flow	2 x 45 ft³/s (2 x 4,200 m³/h)					
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 33 ft / <54.5 dB(A) at 33 ft					
Marking	CE, SGS					
EMC and security standards	UL1741, FCC Part 15, IEEE C37.90.1, IEEE C37.90.2, CSA22.2 No107					
Grid connection standards	IEC 62116, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, NEC CODE, Rule 21, Rule 14H, CSA22.2 No107					

**Notes:** <sup>(1)</sup> Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions <sup>(2)</sup> V<sub>mpp,min</sub> is for rated conditions (V<sub>ac</sub>=1 p.u. and Power Factor=1) and floating PV systems <sup>(3)</sup> Consider the voltage increase of the 'V<sub>oc</sub>' at low temperatures <sup>(4)</sup> For P<sub>out</sub>>25% of the rated power <sup>(5)</sup> For P<sub>out</sub>>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 <sup>(6)</sup> Consumption from PV field when there is PV power available.



## 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<sup>PLUS</sup> 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.

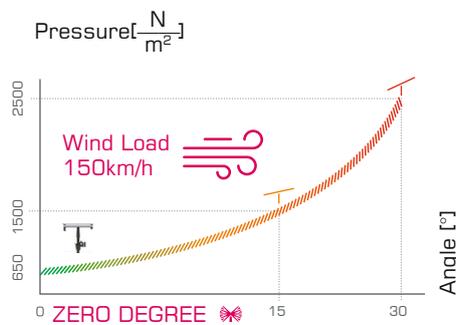
## THE DEFINITION OF 2P TRACKING

### 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

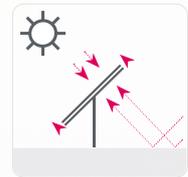
# THE LONGEST TRACKER IN THE MARKET

up to 180 meters | 360 modules



## GENERAL MECHANICAL FEATURES

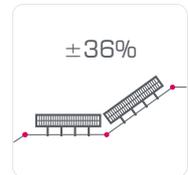
<b>Tracking type</b>	Horizontal single axis tracker – unlinked row
<b>Typical tracker size</b>	2 Portrait II 183 mtr. (max.)
<b>Array height</b>	2.20 m (7'22") Standard
<b>H4<sup>PLUS</sup> bifacial features</b>	<b>H4<sup>PLUS</sup> – tracker height gain compensation</b>
<b>Tracking range</b>	± 55°
<b>Wind protection</b>	Stow Position 0° / multi damping
<b>Foundations</b>	Sigma shape
<b>Materials</b>	Galvanized steel
<b>Warranty</b>	10 Years II Standard



- ▲ HIGHER YIELD
- ▲ MORE RAIL DISTANCE
- ▼ LESS SHADING

## POWER AND CONTROLL SYSTEM

<b>Software</b>	KoRoNa™ by IDEEMATEC
<b>Solar tracking method</b>	Astronomical algorithm II 3D adaptive backtracking
<b>Communication</b>	Full wired II redundant data transfer and control flow
<b>Drive type</b>	High accuracy slew gear – disconnected
<b>Motor type</b>	CE 400V 50Hz/ UL 480V 60Hz
<b>Operating temperature range</b>	-20°C up to +55°C
<b>Warranty</b>	5 Years II Standard



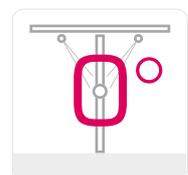
EXTREMELY ADAPTABLE  
TO ANY TERRAIN



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: Santa Amalia

Variant: Bifacial 550 Badajoz

Tracking system

System power: 5702 kWp

Talavera Ab/Badajoz - Spain



**PVsyst V7.1.1**

Simulation date:  
 24/06/22 13:19  
 with v7.1.1

**Project summary**

<b>Geographical Site</b> Talavera Ab/Badajoz Spain	<b>Situation</b> Latitude 38.88 °N Longitude -6.82 °W Altitude 192 m Time zone UTC+1	<b>Project settings</b> Albedo 0.20
<b>Meteo data</b> Talavera Ab/Badajoz MeteoNorm 7.2 station - Synthetic		

**System summary**

<b>Grid-Connected System</b>  <b>PV Field Orientation</b> Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0 °	<b>Tracking system</b>  <b>Near Shadings</b> Linear shadings	<b>User's needs</b> Unlimited load (grid)
<b>System information</b> <b>PV Array</b> Nb. of modules 10368 units Pnom total 5702 kWp	<b>Inverters</b> Nb. of units 2 units Pnom total 4488 kWac Pnom ratio 1.271	

**Results summary**

Produced Energy 12208 MWh/year	Specific production 2141 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 87.62 %
--------------------------------	---------------------------------------	------------------------

**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



**PVsyst V7.1.1**

Simulation date:  
 24/06/22 13:19  
 with v7.1.1

**General parameters**

Grid-Connected System		Tracking system		Models used	
<b>PV Field Orientation</b>		<b>Trackers configuration</b>		<b>Models used</b>	
<b>Orientation</b>		<b>Nb. of trackers</b>		Transposition Perez	
Tracking plane, horizontal N-S axis		648 units		Diffuse Perez, Meteonorm	
Axis azimuth 0 °		<b>Sizes</b>		Circumsolar separate	
		Tracker Spacing 17.0 m			
		Collector width 4.79 m			
		Ground Cov. Ratio (GCR) 28.2 %			
		<b>Shading limit angles</b>			
		Phi limits +/- 73.6 °			
<b>Horizon</b>		<b>Near Shadings</b>		<b>User's needs</b>	
Average Height 1.4 °		Linear shadings		Unlimited load (grid)	
<b>Bifacial system</b>					
Model		2D Calculation			
		unlimited trackers			
<b>Sizes</b>					
Tracker Spacing		17.00 m			
Tracker width		4.79 m			
Tracking limit angle		55 °			
GCR		28.2 %			
Axis height above ground		2.00 m			
<b>Bifacial model definitions</b>					
Ground albedo		0.16			
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 Ingeteam	
Model TSM-550DEG19C.20		Model Ingecon Sun 2495	
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power 550 Wp		Unit Nom. Power 2244 kWac	
Number of PV modules 10368 units		Number of inverters 2 units	
Nominal (STC) 5702 kWp		Total power 4488 kWac	
Modules 288 Strings x 36 In series		Operating voltage 686-1300 V	
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Max. power (=>30°C) 2495 kWac	
Pmpp 5352 kWp		Pnom ratio (DC:AC) 1.27	
U mpp 1058 V			
I mpp 5058 A			
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC) 5702 kWp		Total power 4488 kWac	
Total 10368 modules		Nb. of inverters 2 units	
Module area 27090 m²		Pnom ratio 1.27	
Cell area 25148 m²			



**PVsyst V7.1.1**

Simulation date:  
 24/06/22 13:19  
 with v7.1.1

**Array losses**

**Array Soiling Losses**

Loss Fraction 1.0 %

**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m<sup>2</sup>K

Uv (wind) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

**DC wiring losses**

Global array res. 3.3 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

**LID - Light Induced Degradation**

Loss Fraction 1.0 %

**Module Quality Loss**

Loss Fraction -0.8 %

**Module mismatch losses**

Loss Fraction 2.0 % at MPP

**Strings Mismatch loss**

Loss Fraction 0.1 %

**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

**System losses**

**Unavailability of the system**

Time fraction 1.4 %  
 5.0 days,  
 3 periods



PVsyst V7.1.1

Simulation date:  
24/06/22 13:19  
with v7.1.1

Horizon definition

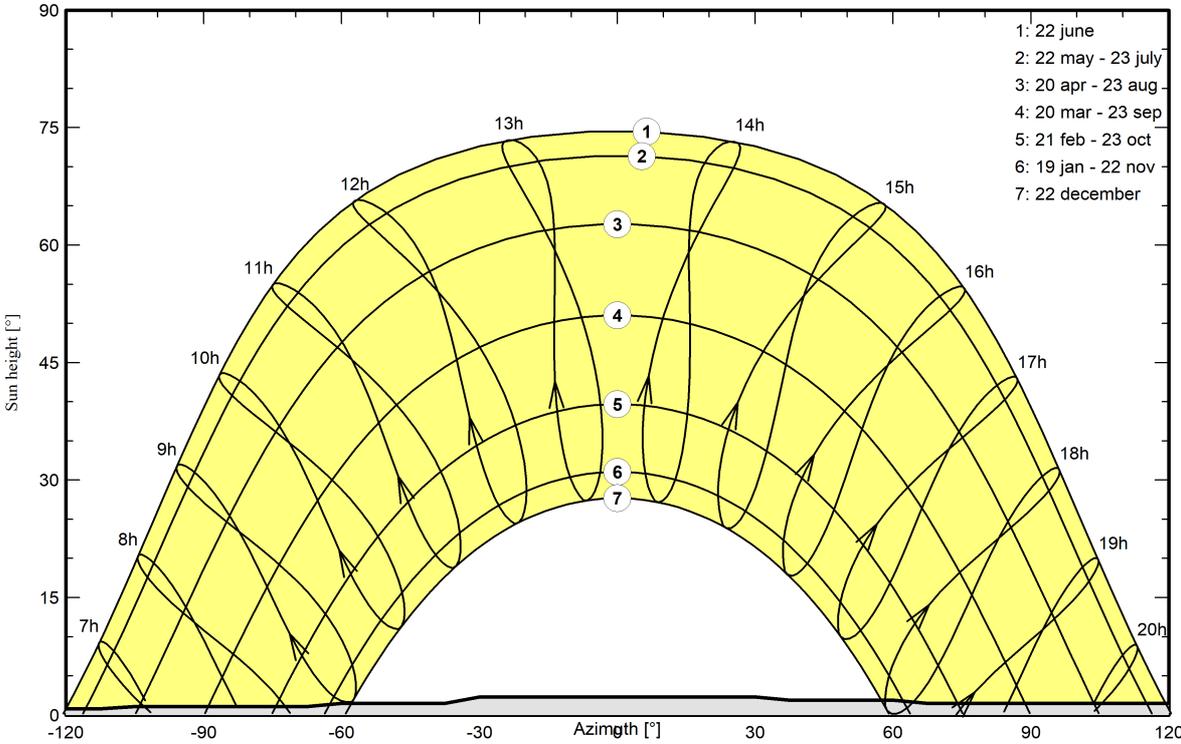
Average Height	1.4 °	Albedo Factor	0.92
Diffuse Factor	0.97	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-165	-158	-150	-143	-135	-113	-105	-68	-60	-38
Height [°]	1.1	1.1	0.8	0.8	0.4	0.8	0.8	1.1	1.1	1.5	1.5
Azimuth [°]	-30	30	38	60	68	135	143	158	173	180	
Height [°]	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	0.4	0.4	1.1	1.1	

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

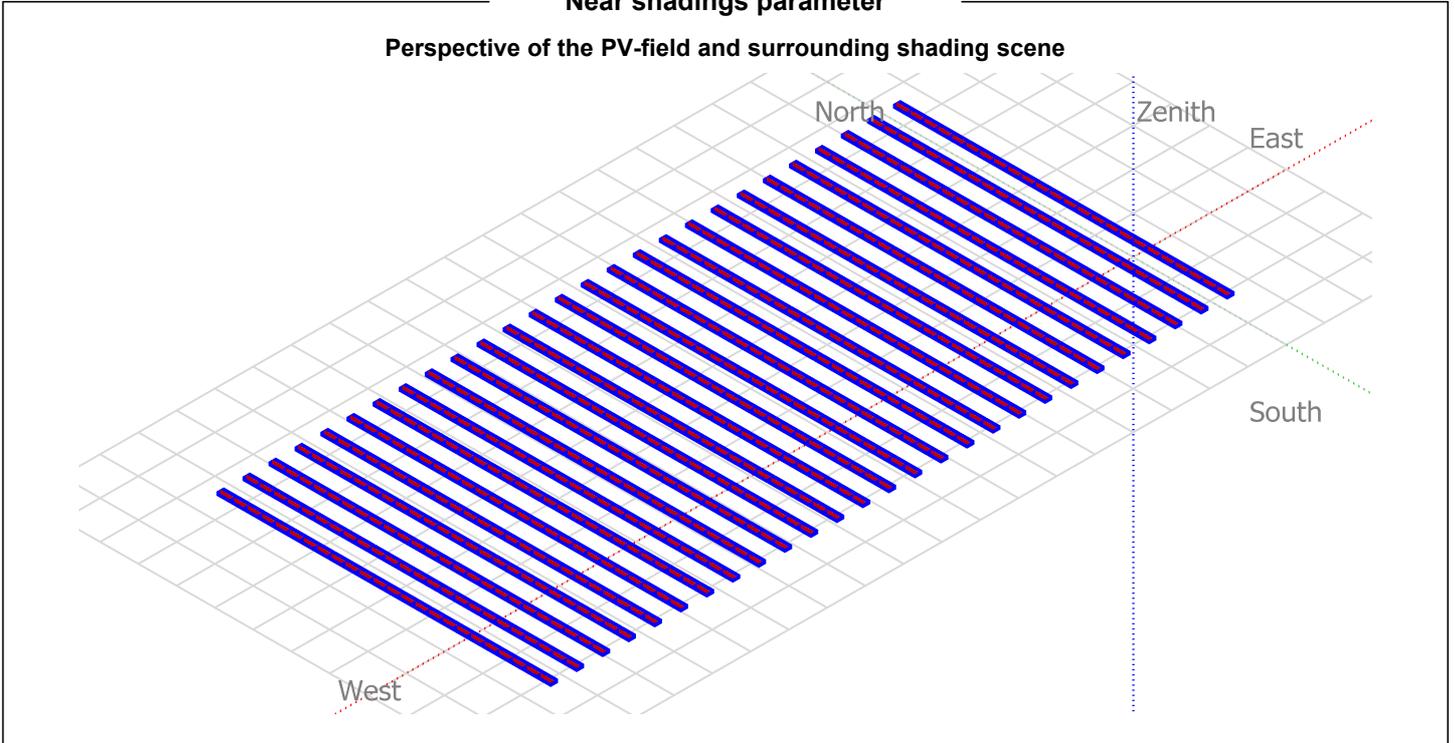
Horizon from PVGIS website API, Lat=38°52'48', Long=-6°49'12', Alt=192m



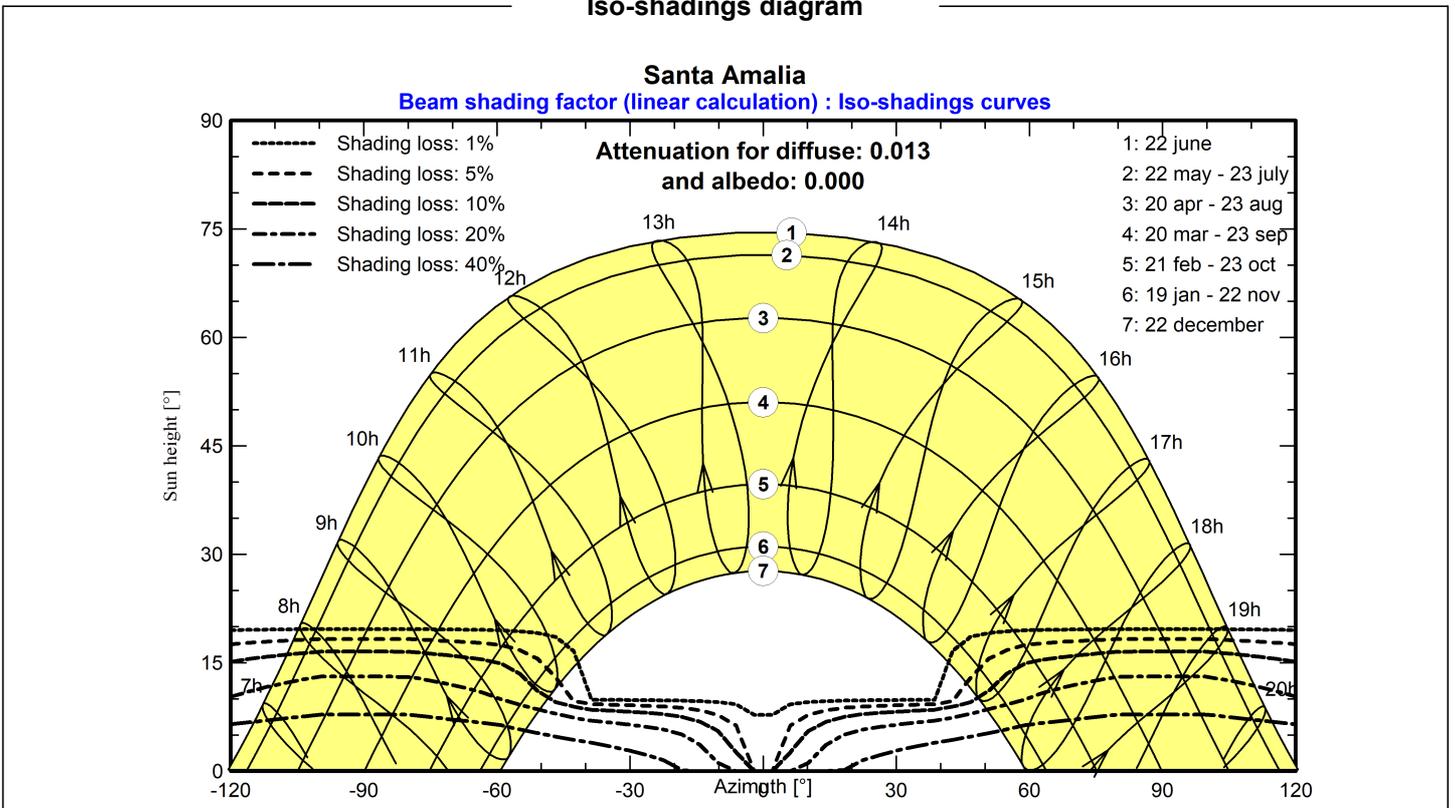


PVsyst V7.1.1  
Simulation date:  
24/06/22 13:19  
with v7.1.1

### Near shadings parameter



### Iso-shadings diagram





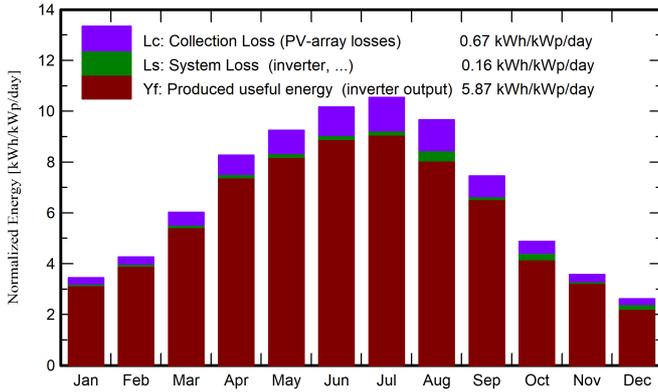
PVsyst V7.1.1  
 Simulation date:  
 24/06/22 13:19  
 with v7.1.1

**Main results**

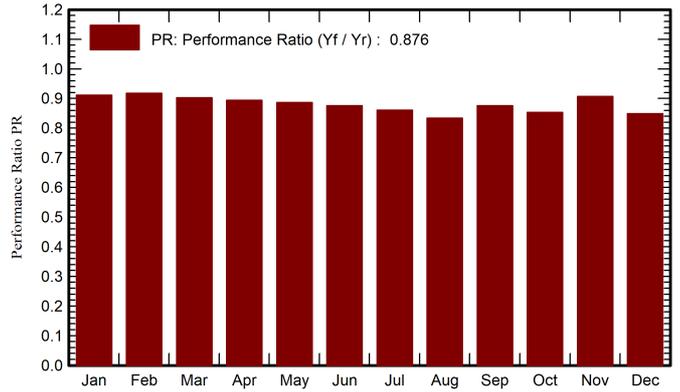
**System Production**

Produced Energy 12208 MWh/year Specific production 2141 kWh/kWp/year  
 Performance Ratio PR 87.62 %

**Normalized productions (per installed kWp)**



**Performance Ratio PR**



**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	70.6	27.30	9.40	107.0	99.6	567	557	0.912
February	84.3	36.40	10.90	119.4	112.7	637	625	0.918
March	134.3	48.60	14.40	186.6	177.3	978	961	0.903
April	177.8	59.70	15.80	248.2	236.1	1289	1265	0.894
May	210.7	74.70	20.40	286.9	275.3	1476	1450	0.886
June	226.0	67.20	25.10	305.0	294.4	1551	1523	0.875
July	237.8	61.30	27.00	327.0	315.0	1633	1604	0.860
August	210.2	61.30	27.10	299.5	284.8	1496	1424	0.833
September	157.5	47.10	23.10	223.8	212.9	1138	1117	0.876
October	106.2	44.60	18.50	151.2	142.0	783	735	0.853
November	74.0	29.80	12.50	107.3	100.2	565	555	0.907
December	55.2	28.30	9.20	81.2	73.9	424	393	0.849
<b>Year</b>	<b>1744.6</b>	<b>586.30</b>	<b>17.83</b>	<b>2443.2</b>	<b>2324.3</b>	<b>12538</b>	<b>12208</b>	<b>0.876</b>

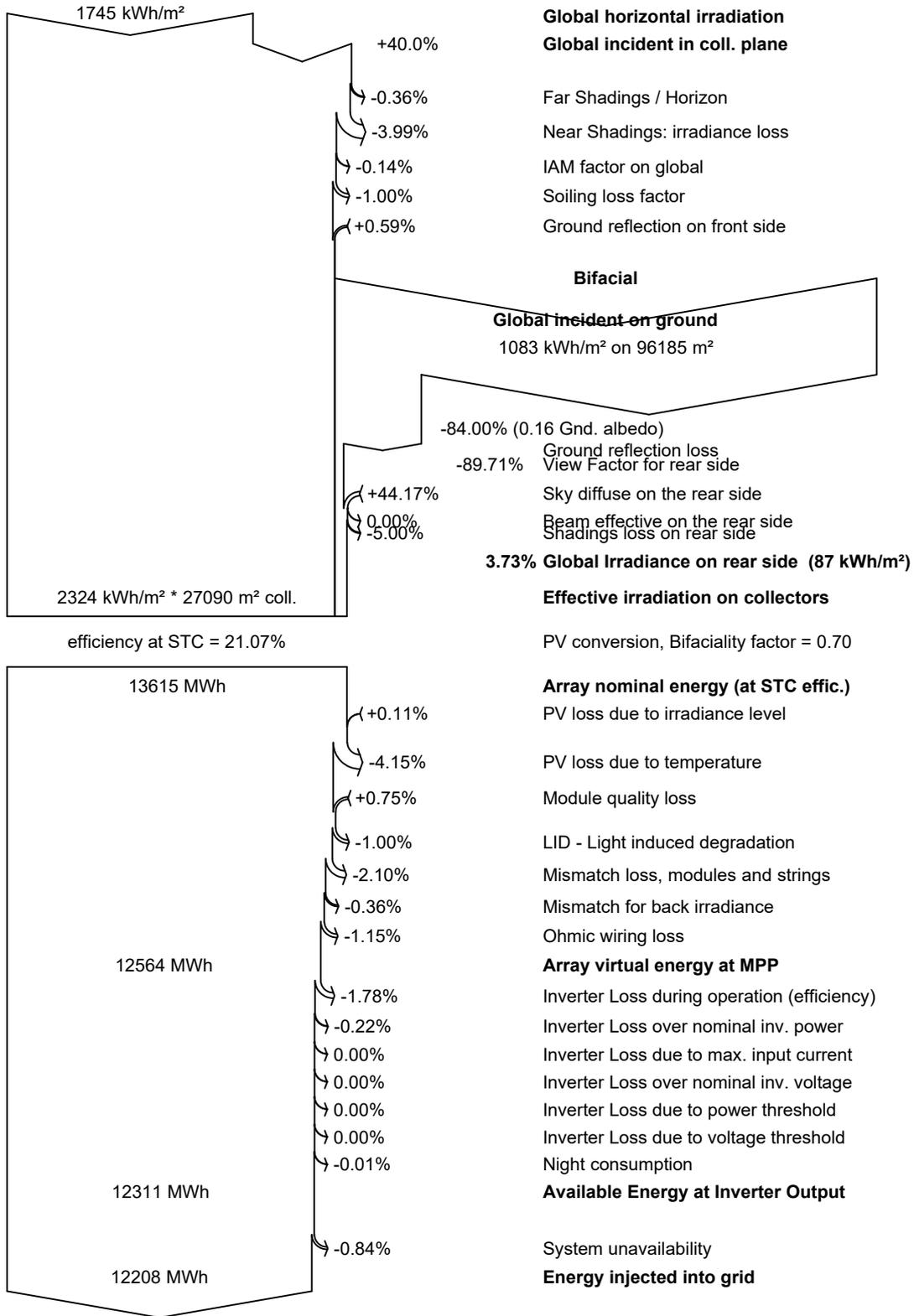
**Legends**

- 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:  
 24/06/22 13:19  
 with v7.1.1

**Loss diagram**

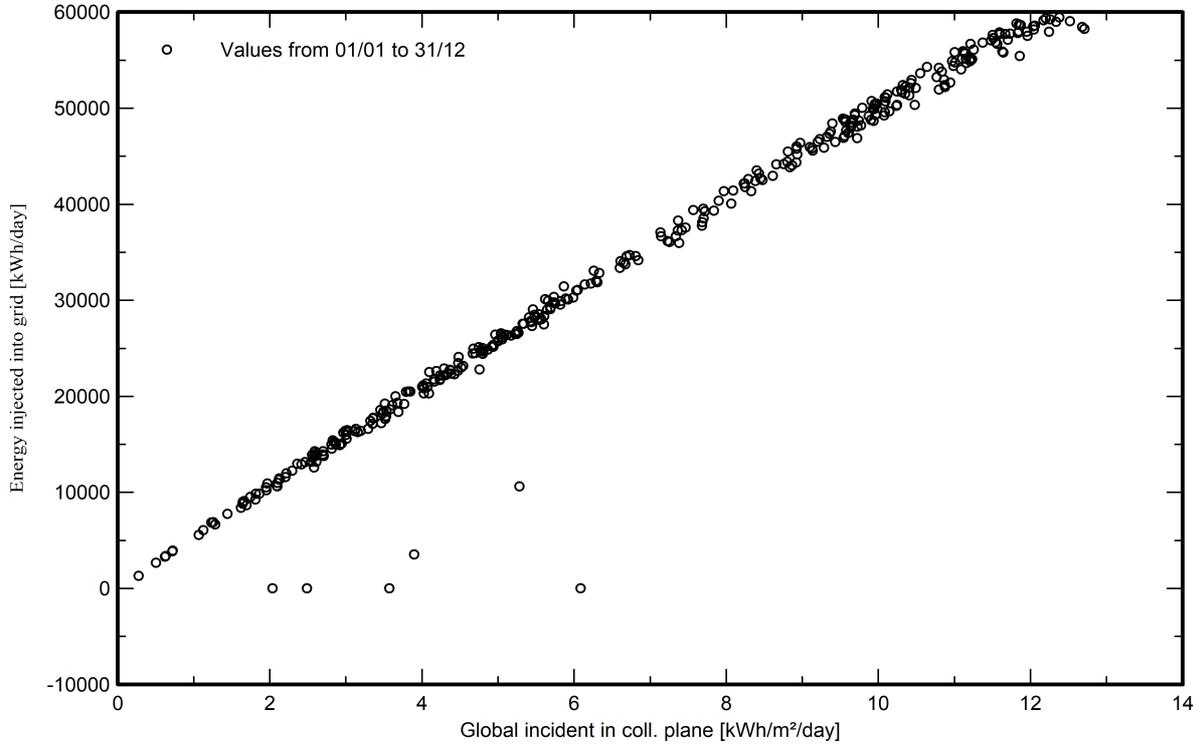




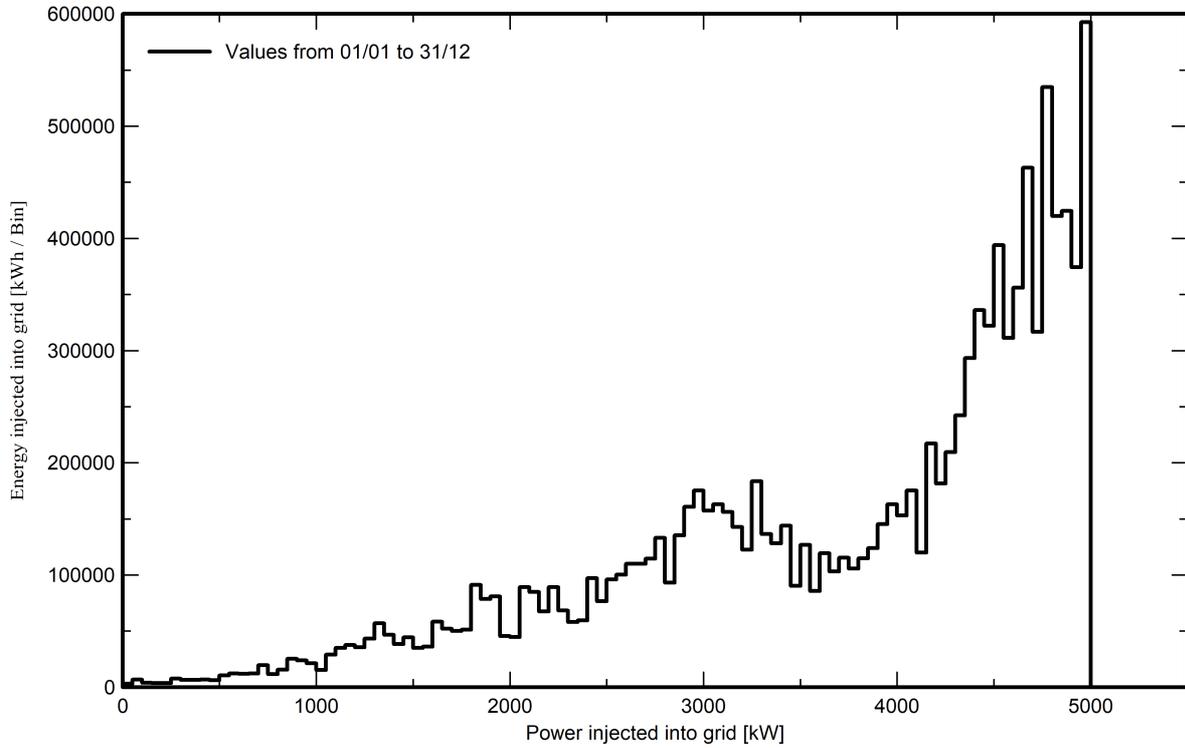
**PVsyst V7.1.1**  
Simulation date:  
24/06/22 13:19  
with v7.1.1

**Special graphs**

**Daily Input/Output diagram**

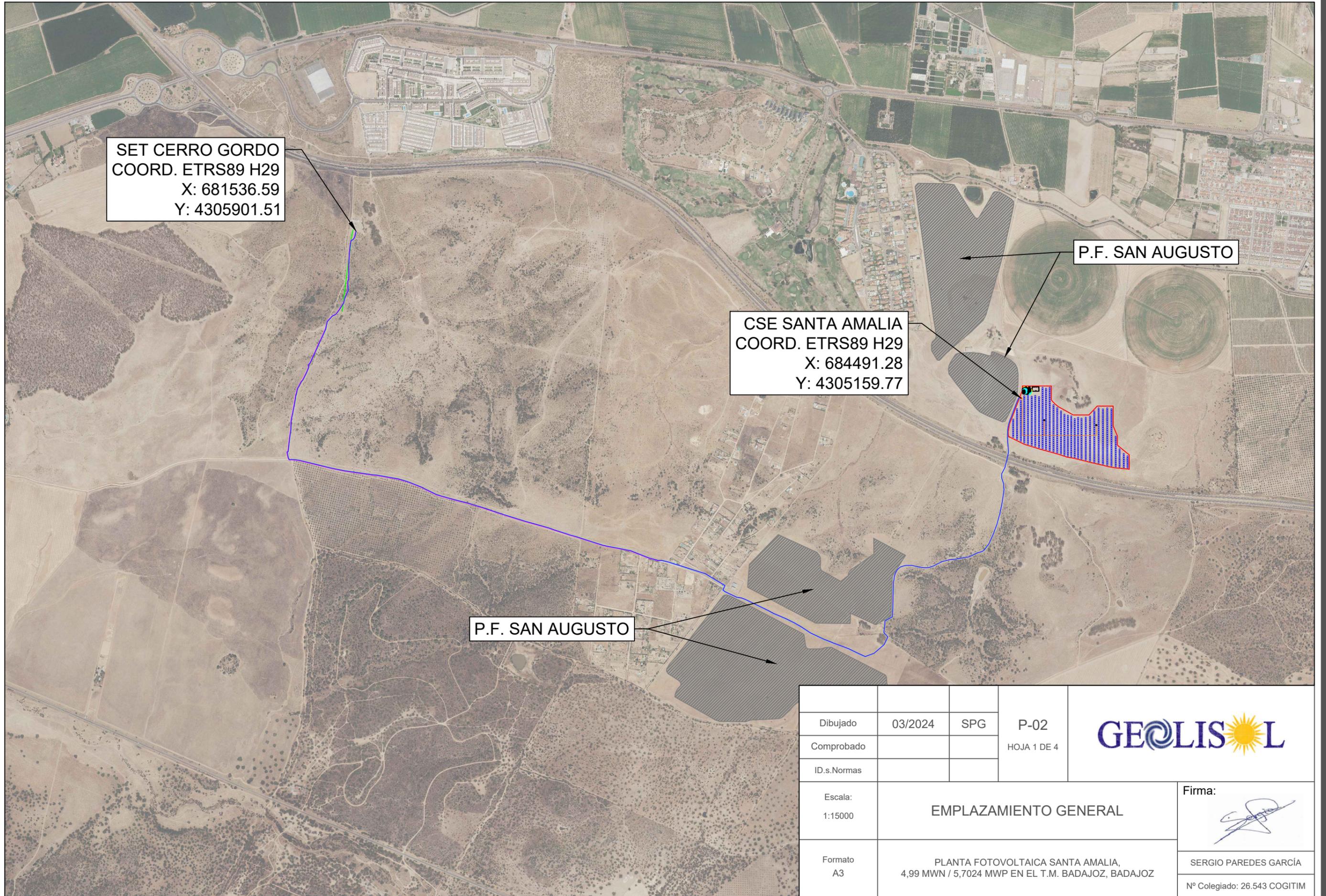


**System Output Power Distribution**





Dibujado	03/2024	SPG	P-01	
Comprobado			HOJA 1 DE 1	
ID.s.Normas				
Escala: SE	PLANO DE SITUACIÓN			Firma: 
Formato A3	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



SET CERRO GORDO  
 COORD. ETRS89 H29  
 X: 681536.59  
 Y: 4305901.51

CSE SANTA AMALIA  
 COORD. ETRS89 H29  
 X: 684491.28  
 Y: 4305159.77

P.F. SAN AUGUSTO

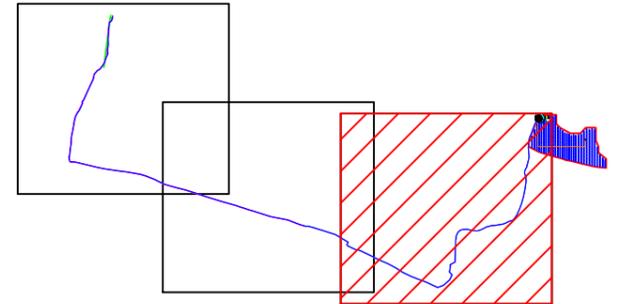
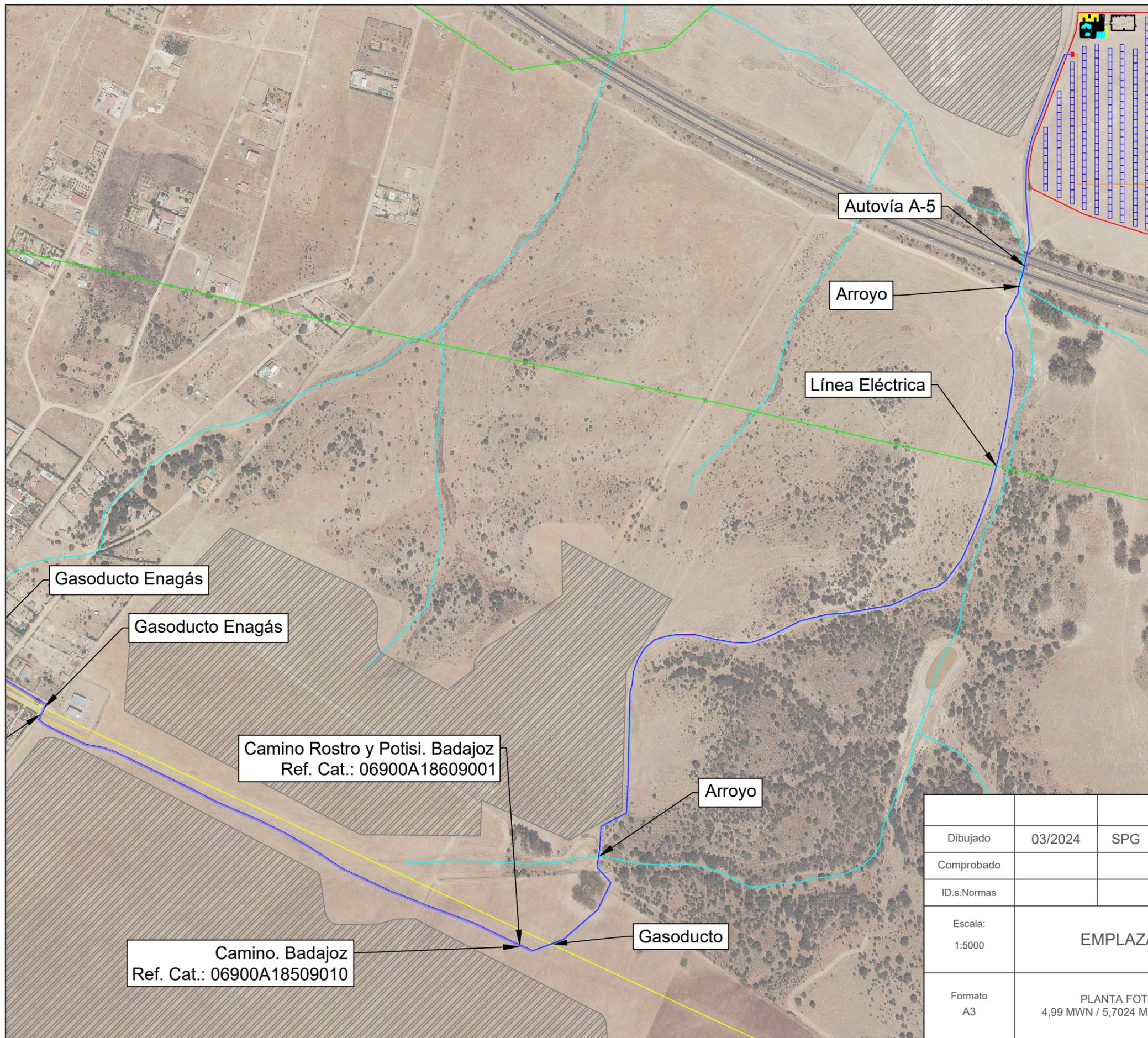
P.F. SAN AUGUSTO

Dibujado	03/2024	SPG	P-02
Comprobado			HOJA 1 DE 4
ID.s.Normas			



Escala: 1:15000	<b>EMPLAZAMIENTO GENERAL</b>
Formato A3	
PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ	

Firma:  
  
 SERGIO PAREDES GARCÍA  
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM



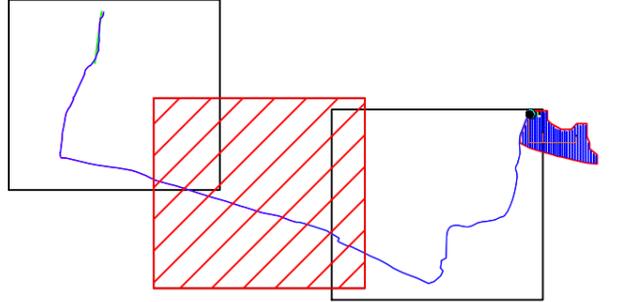
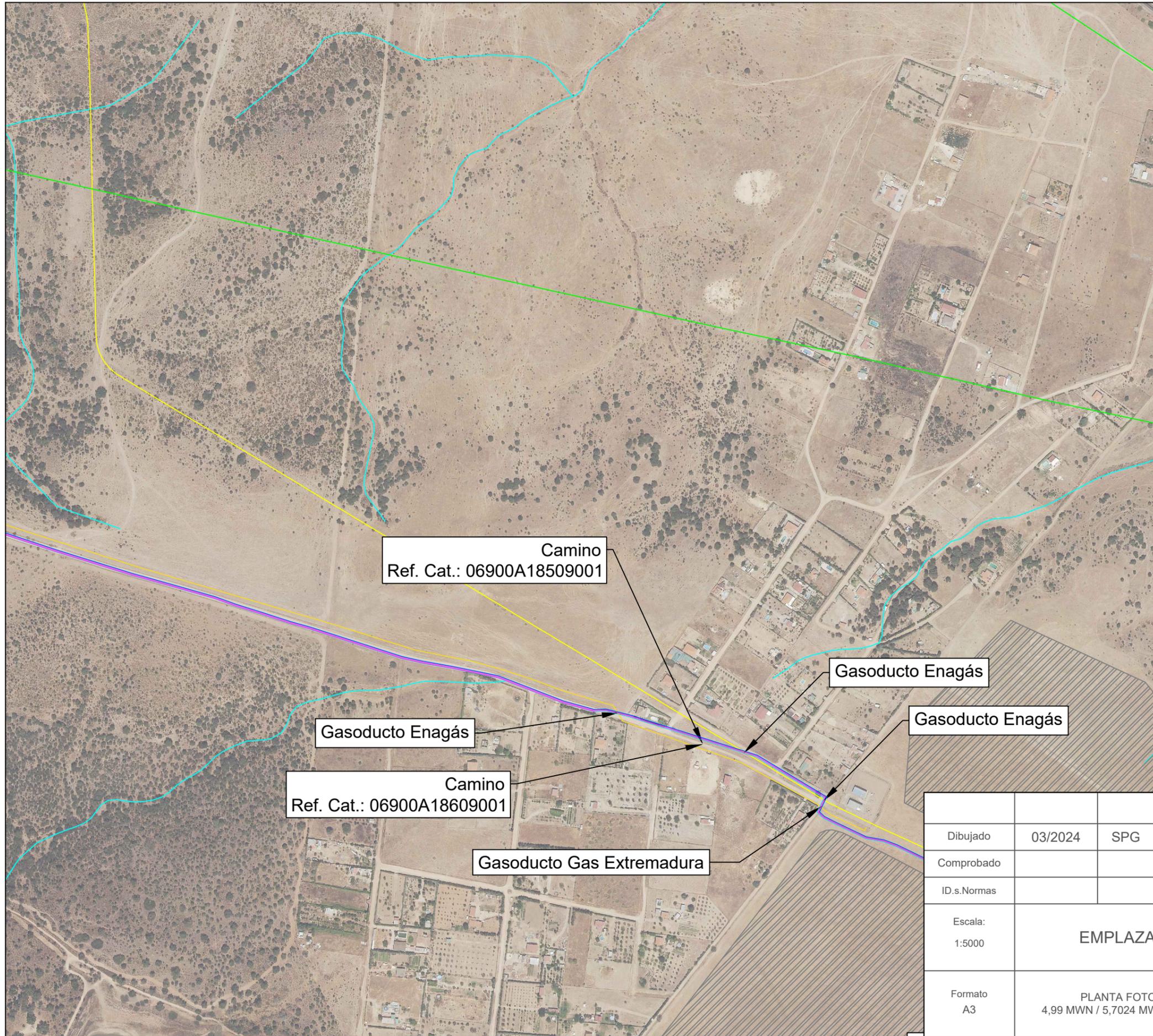
LEYENDA	
	MÓDULO FOTOVOLTAICO
	VALLADO PERIMETRAL
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
	ZANJA
	LIMITE TERMINO MUNICIPAL
	RÍO, BARRANCO, ARROYO ...
	CAMINO
	CAÑADA, VÍA PECUARIA, COLADA ...
	CARRETERA
	LÍNEA AÉREA EXISTENTE
	EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA

Dibujado	03/2024	SPG	P-02
Comprobado			HOJA 2 DE 4
ID.s.Normas			



Escala: 1:5000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 1
Formato A3	
PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ	

Firma:  
  
 SERGIO PAREDES GARCÍA  
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM



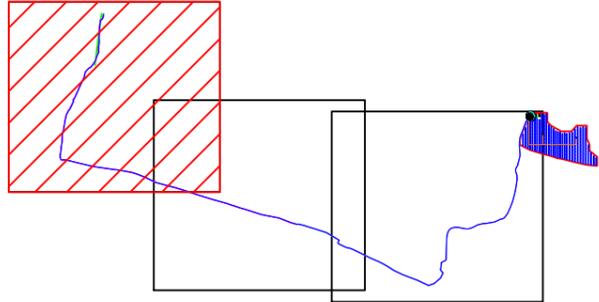
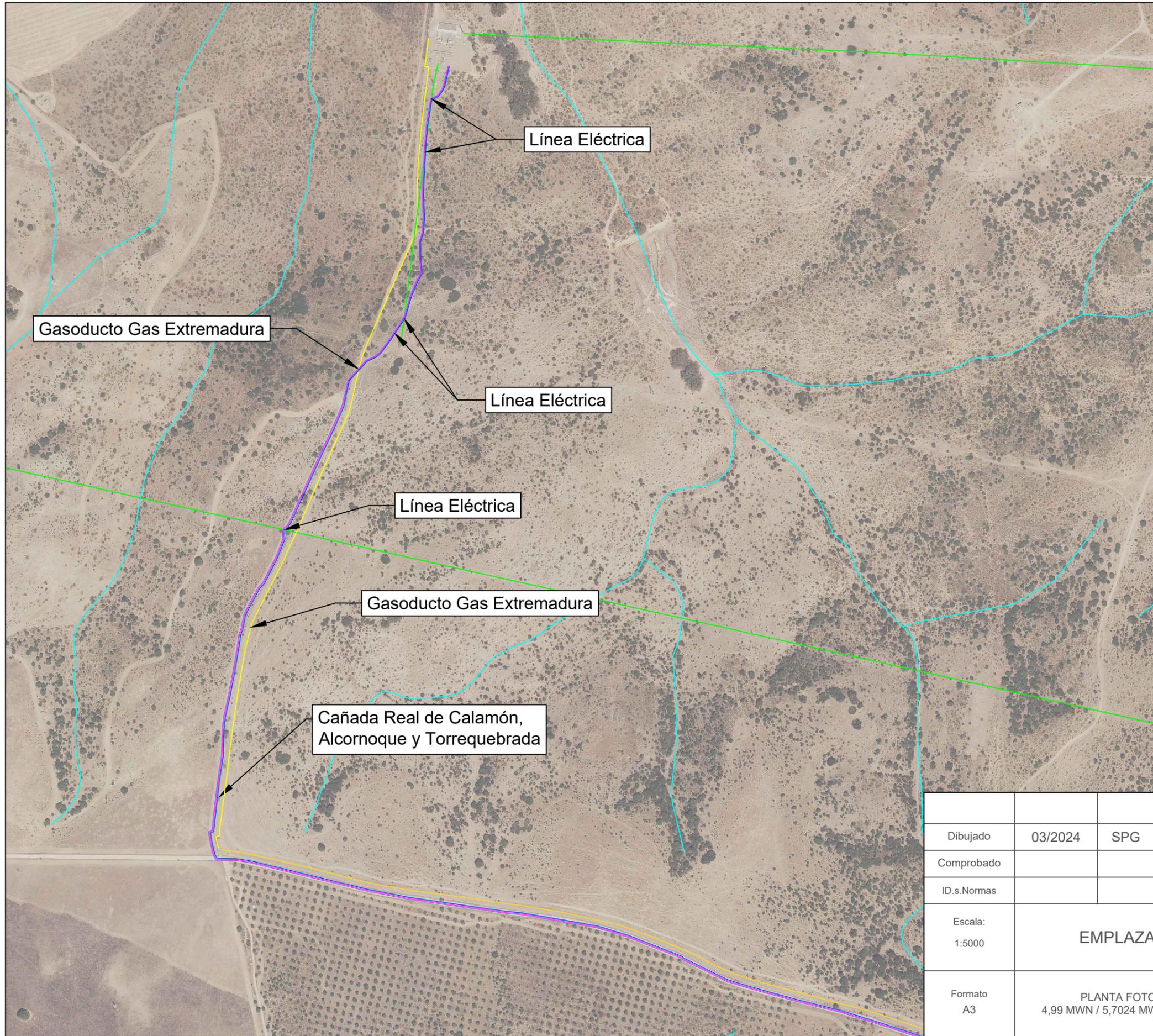
LEYENDA	
	MÓDULO FOTOVOLTAICO
	VALLADO PERIMETRAL
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
	ZANJA
	LIMITE TERMINO MUNICIPAL
	RÍO, BARRANCO, ARROYO ...
	CAMINO
	CAÑADA, VÍA PECUARIA, COLADA ...
	CARRETERA
	LÍNEA AÉREA EXISTENTE
	EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA

Dibujado	03/2024	SPG	P-02
Comprobado			HOJA 3 DE 4
ID.s.Normas			



Escala: 1:5000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 2
Formato A3	
PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ	

Firma:  
  
 SERGIO PAREDES GARCÍA  
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM



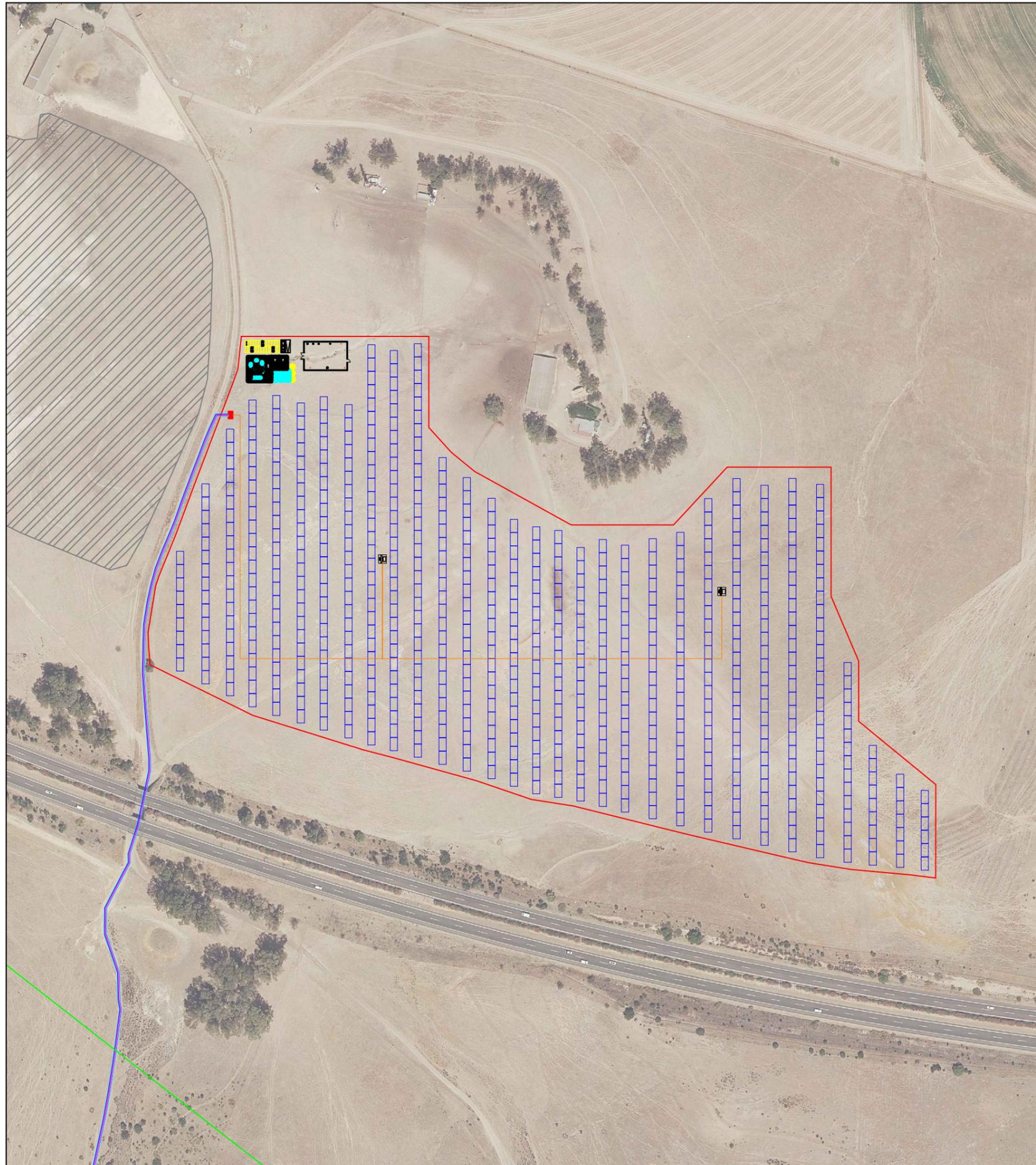
LEYENDA	
	MÓDULO FOTOVOLTAICO
	VALLADO PERIMETRAL
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
	ZANJA
	LIMITE TERMINO MUNICIPAL RÍO, BARRANCO, ARROYO ...
	CAMINO
	CAÑADA, VÍA PECUARIA, COLADA ...
	CARRETERA
	LÍNEA AÉREA EXISTENTE
	EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA

Dibujado	03/2024	SPG	P-02
Comprobado			HOJA 4 DE 4
ID.s.Normas			



Escala: 1:5000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 3
Formato A3	
PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ	

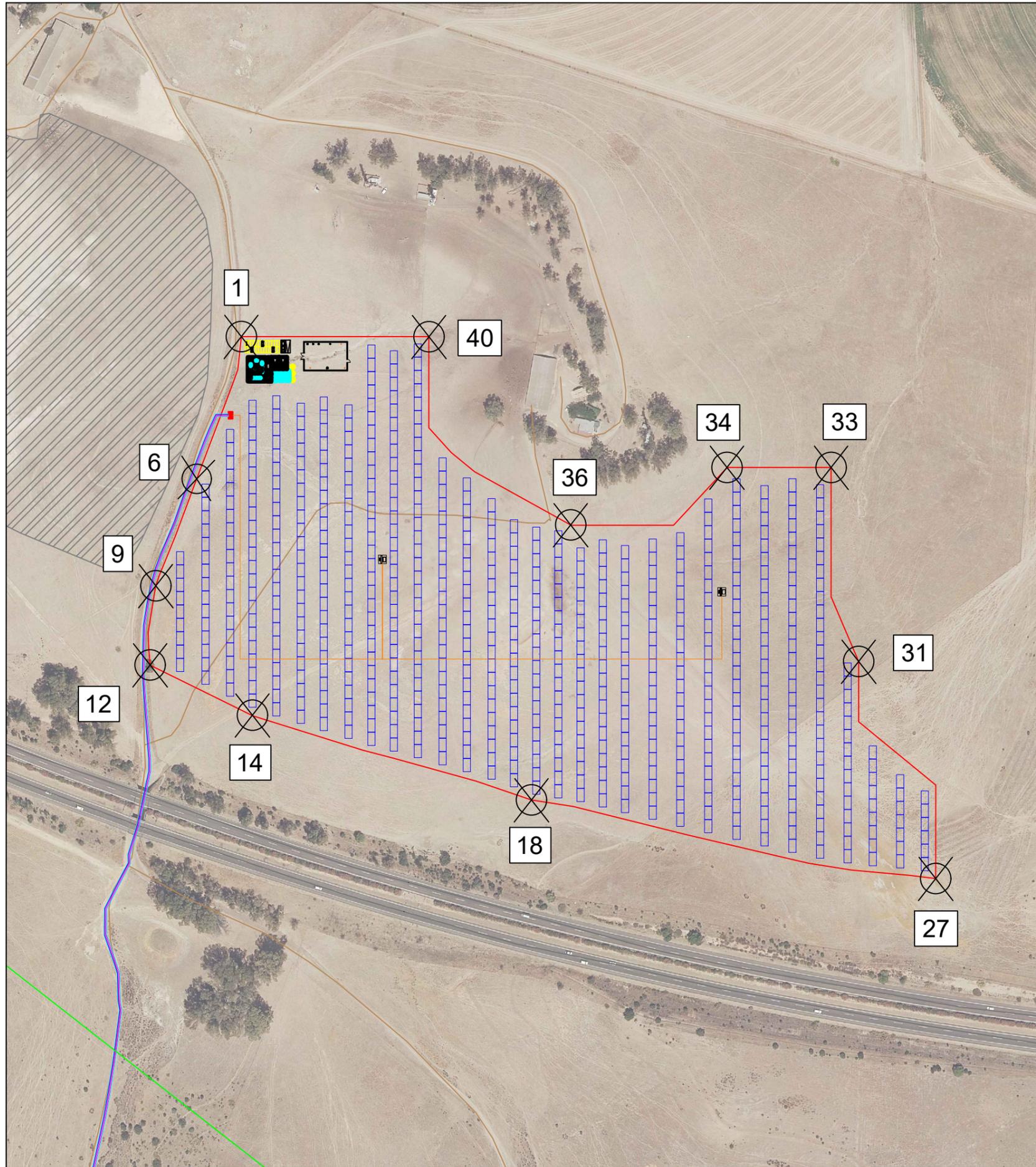
Firma:  
  
 SERGIO PAREDES GARCÍA  
 N° Colegiado: 26.543 COGITIM



P.F. SANTA AMALIA	
TERMINO MUNICIPAL	BADAJOS (BADAJOS)
POLIGONO	185
PARCELA	9
SUPERFICIE APROVECHADA	11,297 Ha
POTENCIA PICO	5,7024 MWp
POTENCIA NOMINAL	4,99 MW
MODULOS	10.368
MODELO	Trina Solar TSM.DEG19C.20, de 550 W
STRING	36 paneles por string
	288 total strings
SEGUIDORES	HORIZONTAL EJE N-S
ÁNGULO	± 55º
Nº SEGUIDORES	648
POWERSTATION	2 Unidades
TRANSFORMADOR	2,5 MWn
MODELO INVERSOR	Dual Ingecon SUN 1245TL U B480

LEYENDA	
	VALLADO
	ZANJA MEDIA TENSIÓN
	SEGUIDOR
	TRANSFORMADOR
	CELDAS BAJA TENSION
	INVERSOR

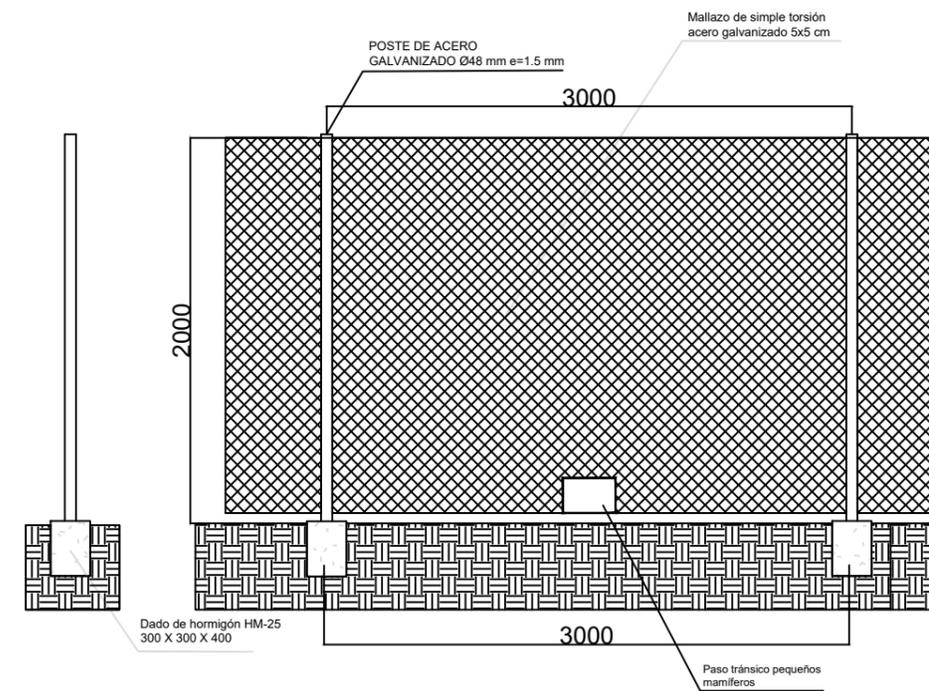
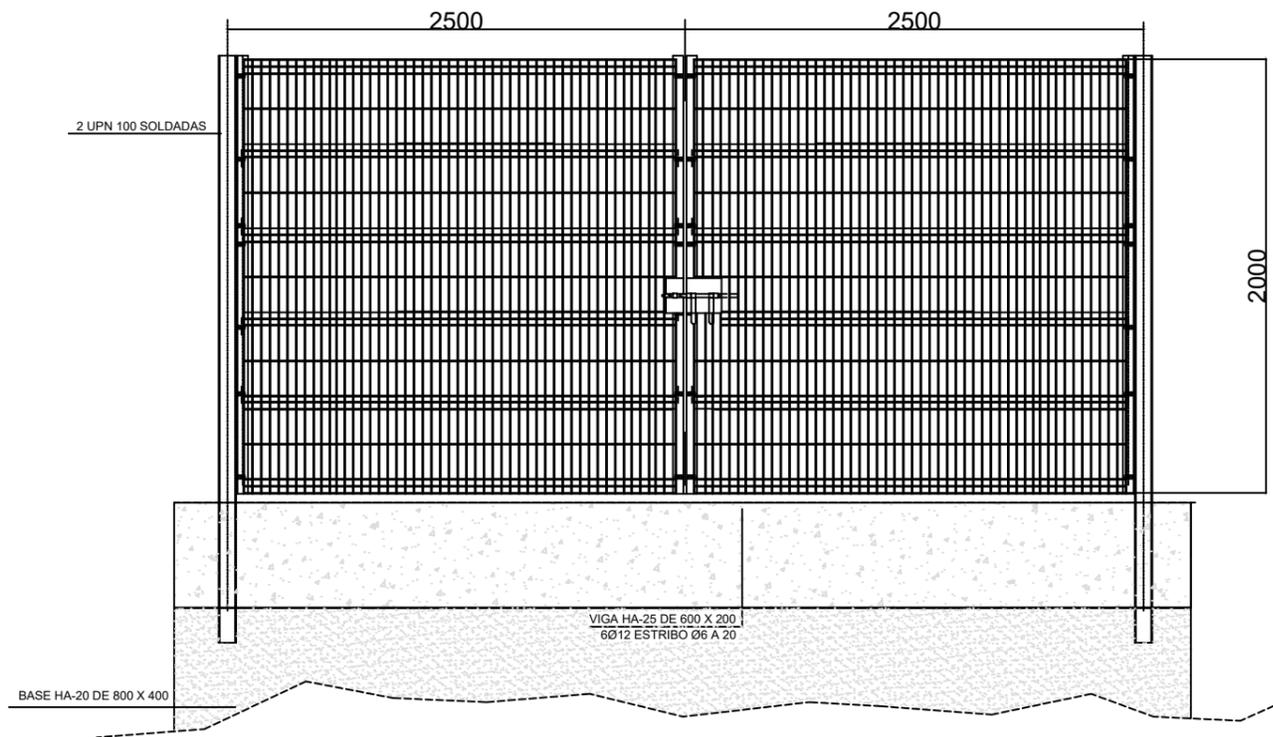
Dibujado	03/2024	SPG	P-03	
Comprobado			HOJA 1 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	IMPLANTACIÓN			Firma:
1:3000				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWn / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



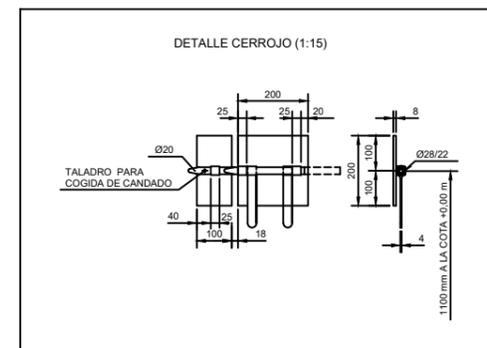
COORD VALLADO. UTM ETRS89 H29					
PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y
1	684498.64	4305213.42	21	684802.68	4304873.77
2	684497.31	4305200.72	22	684876.47	4304856.52
3	684496.22	4305190.89	23	684884.03	4304854.76
4	684492.55	4305180.68	24	684885.86	4304854.33
5	684481.30	4305150.85	25	684915.13	4304849.73
6	684468.14	4305116.38	26	684954.88	4304846.08
7	684453.61	4305077.44	27	684972.50	4304843.91
8	684442.52	4305050.14	28	684972.56	4304907.67
9	684440.18	4305043.13	29	684935.21	4304938.29
10	684435.00	4305011.63	30	684919.93	4304950.82
11	684435.35	4305002.11	31	684919.93	4304991.92
12	684436.37	4304989.42	32	684901.12	4305036.07
13	684478.95	4304968.43	33	684901.12	4305124.19
14	684506.52	4304954.83	34	684830.22	4305124.19
15	684581.35	4304931.49	35	684793.56	4305084.76
16	684603.24	4304925.77	36	684723.76	4305084.76
17	684658.87	4304910.32	37	684657.82	4305121.26
18	684696.62	4304897.50	38	684641.91	4305134.39
19	684725.35	4304893.03	39	684626.56	4305151.25
20	684767.98	4304882.41	40	684626.56	4305213.42

LEYENDA	
	VALLADO
	ZANJA MEDIA TENSIÓN
	SEGUIDOR
	TRANSFORMADOR
	CELDA BAJA TENSION
	INVERSOR

Dibujado	03/2024	SPG	P-03	
Comprobado			HOJA 2 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	1:3000			Firma:
Formato	A3			
	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA N° 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	03/2024	SPG	P-03	
Comprobado			HOJA 3 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	SE			Firma:
	IMPLANTACIÓN			
Formato	A3			SERGIO PAREDES GARCÍA
	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Punto de conexión

SUBESTACIÓN CERRO GORDO  
V = 20 kV

Línea de Evacuación  
Subterránea

RH5Z1 1x(3x95mm<sup>2</sup>) Al  
V = 20 kV  
Long. eq: 5,438 km

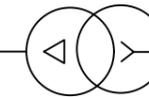
Centro de  
seccionamiento

Sistema colector  
equivalente

RHZ1 12/20 KV Al

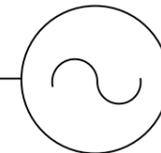
2 Estaciones de Media  
Tensión

Centro de  
transformación  
equivalente



Conexión Delta-Estrella aterrizada,  
Tensión de operación: 20/0,480 kV.  
ZTeq= 6%  
MVATeq= 2,5 MVA

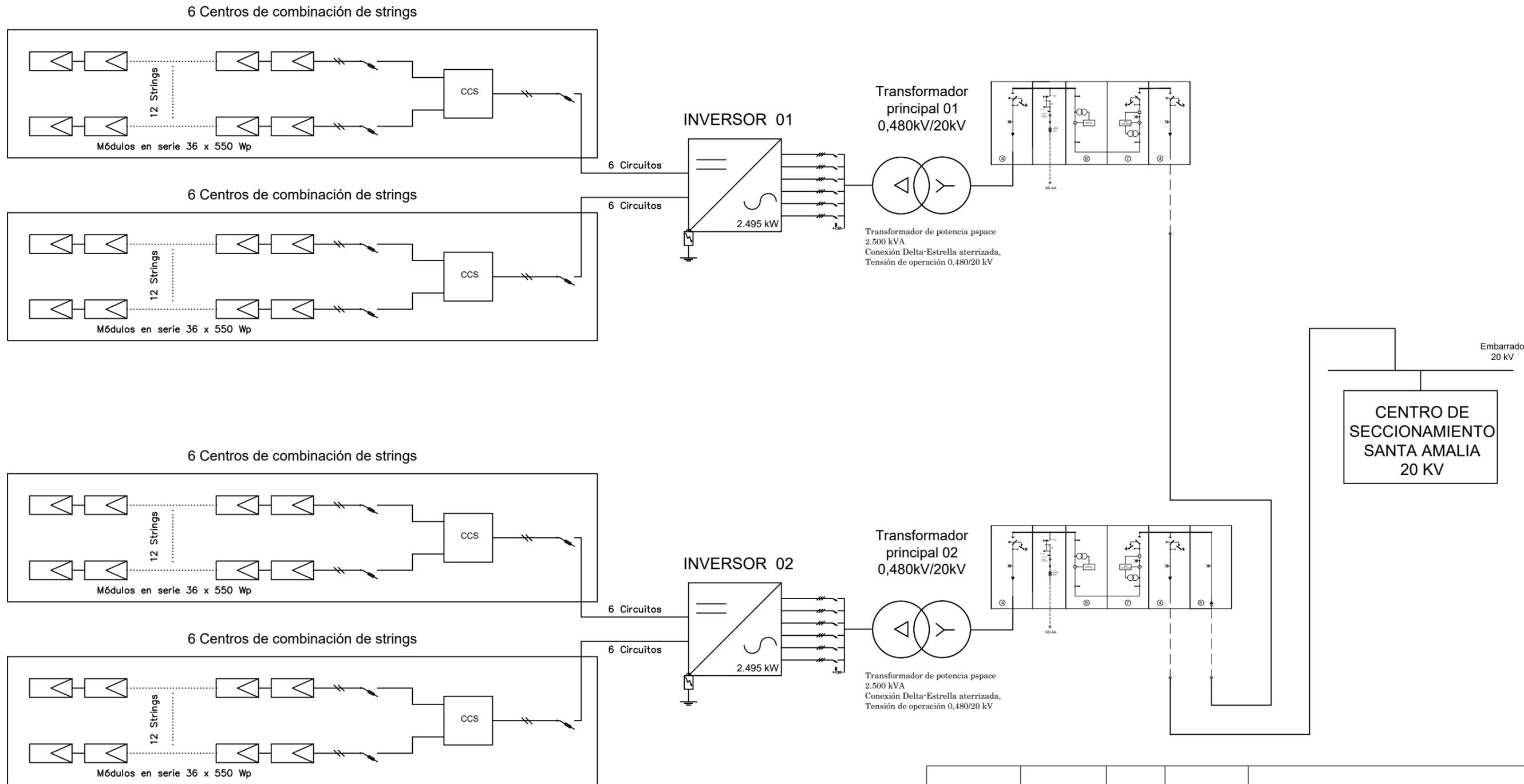
Sistema generador  
fotovoltaico equivalente



Nº Inversores: 1  
Capacidad por Temperatura  
P = 2.495 kW  
T°C = 25°C  
V = 480 V

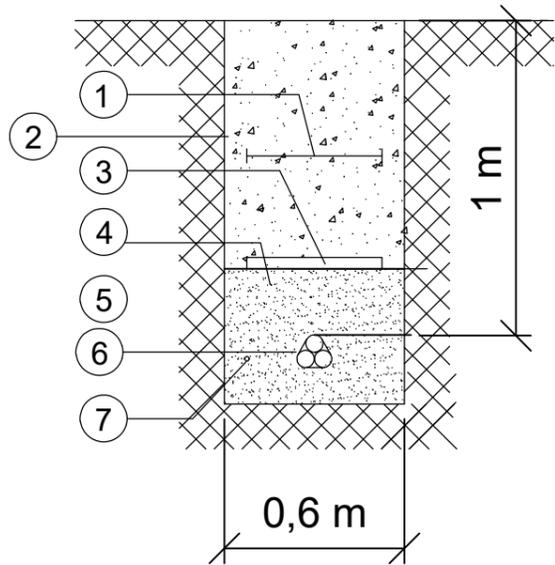
RZ1-K 0.6 / 1 kV Cu

Dibujado	03/2024	SPG	P-04 HOJA 1 DE 2	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: SE	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO			Firma: 
Formato A3	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

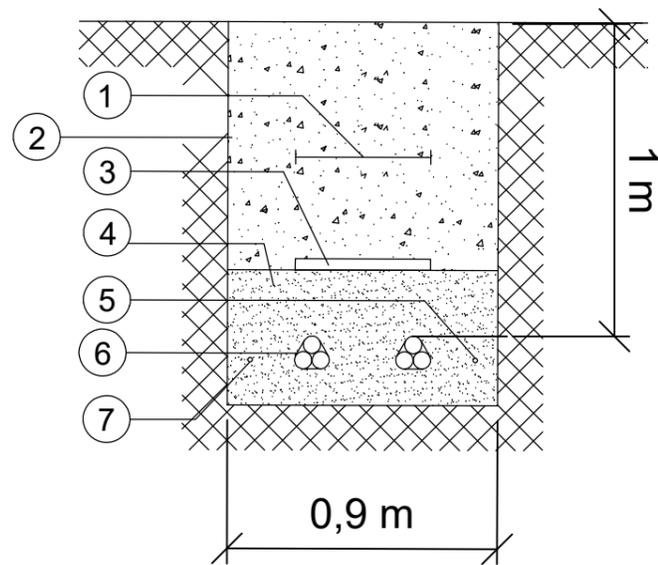


Dibujado	03/2024	SPG	P-04	
Comprobado			HOJA 2 DE 2	
ID.s.Normas				
Escala:	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO			Firma:
SE				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

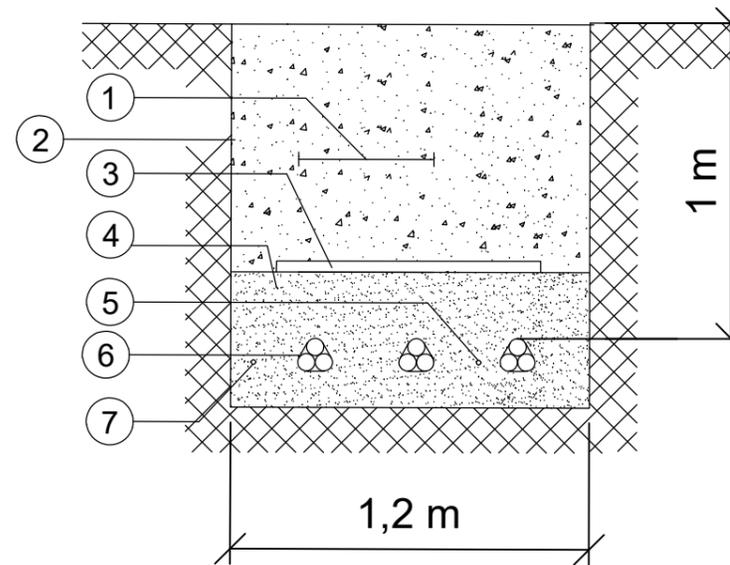
ZANJA PARA 1 LÍNEA



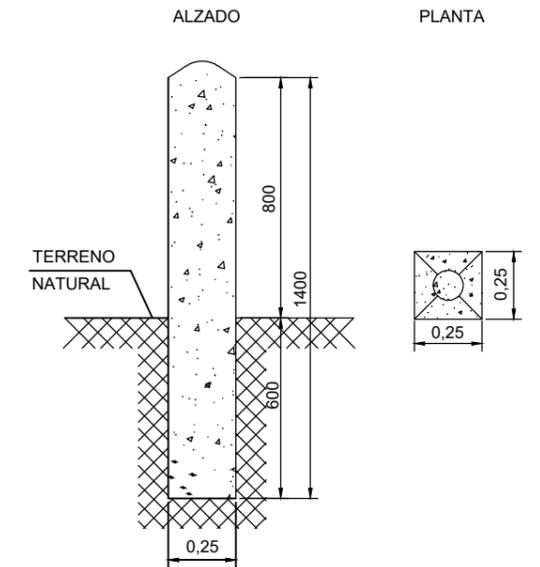
ZANJA PARA 2 LÍNEAS



ZANJA PARA 3 LÍNEAS



HITO DE SEÑALIZACIÓN



LOS HITOS IRÁN SITUADOS CADA 50 m Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LAS ZANJAS

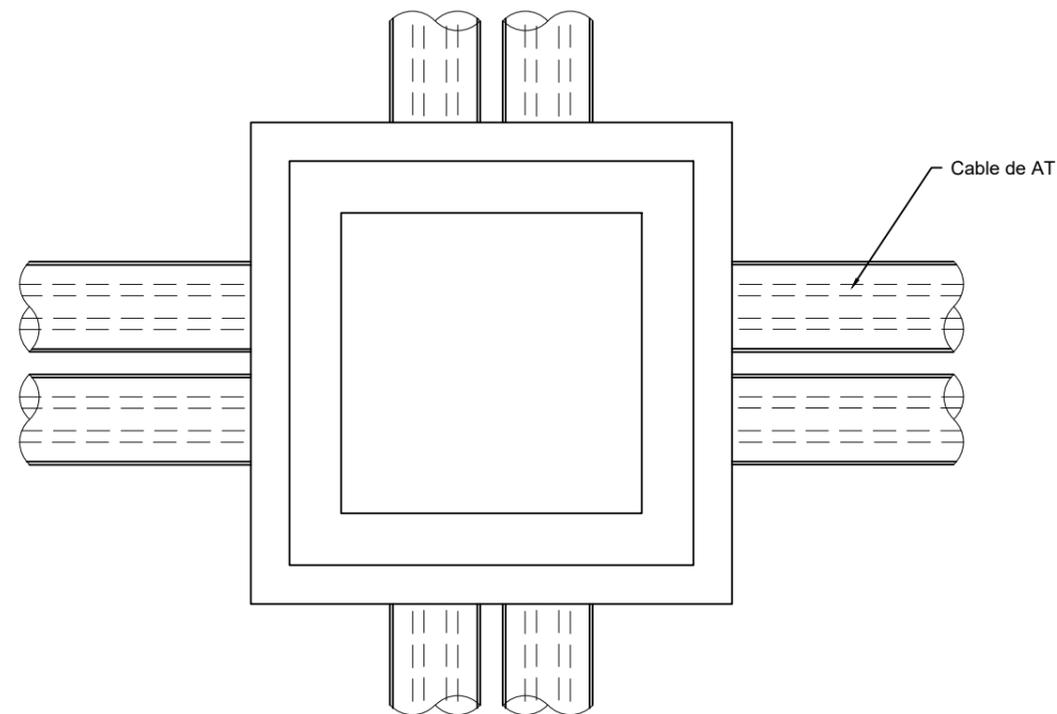
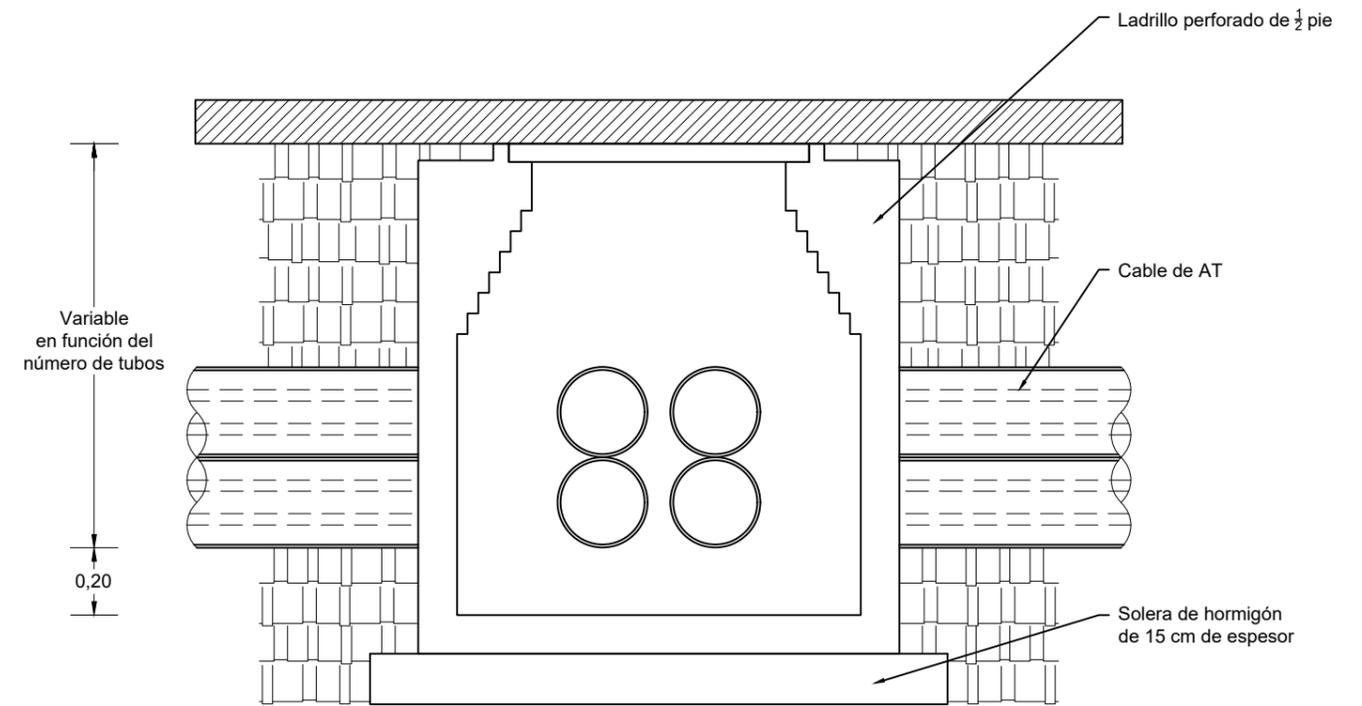
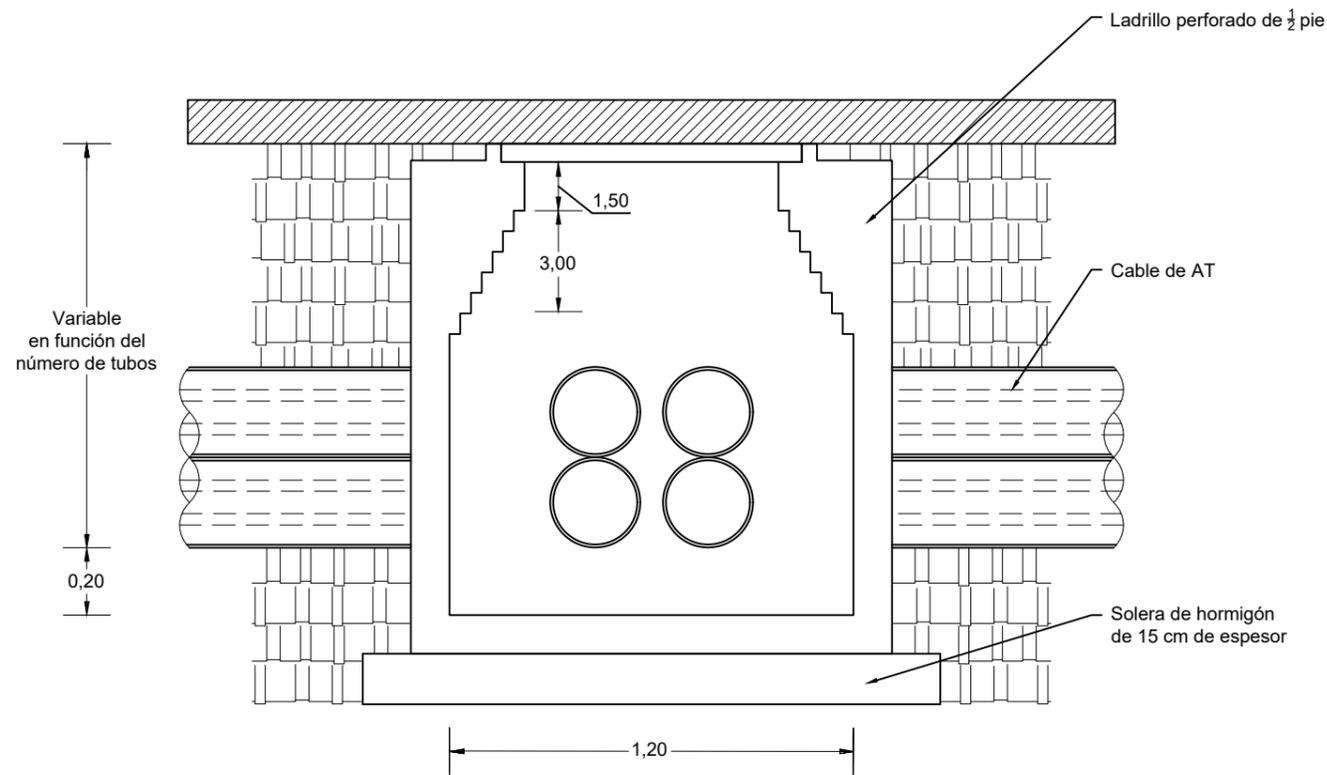
1	MALLA SEÑALIZACIÓN
*2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	PLACA PLÁSTICA TESTIGO
4	ARENA DE RÍO, INERTE, COMPACTADA
5	CABLE FIBRA ÓPTICA
**6	LÍNEA DE M.T. CABLES UNIPOLARES
7	CABLE DE ENLACE PARA TIERRA

\* 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

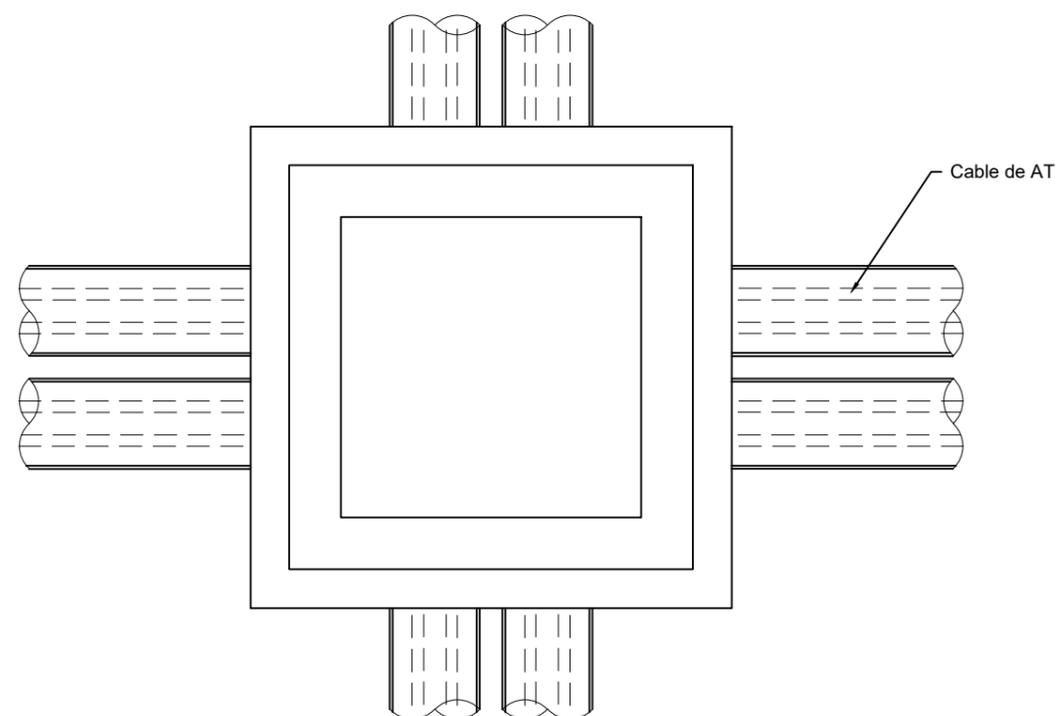
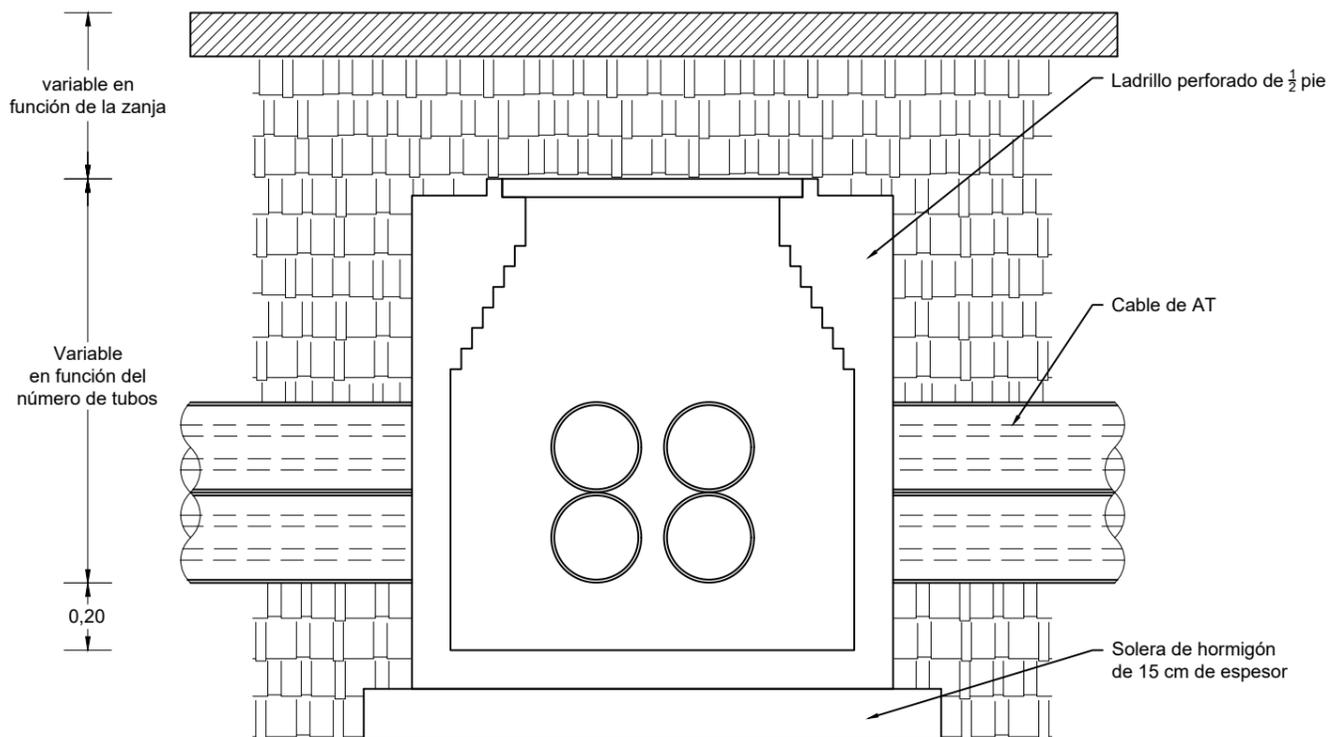
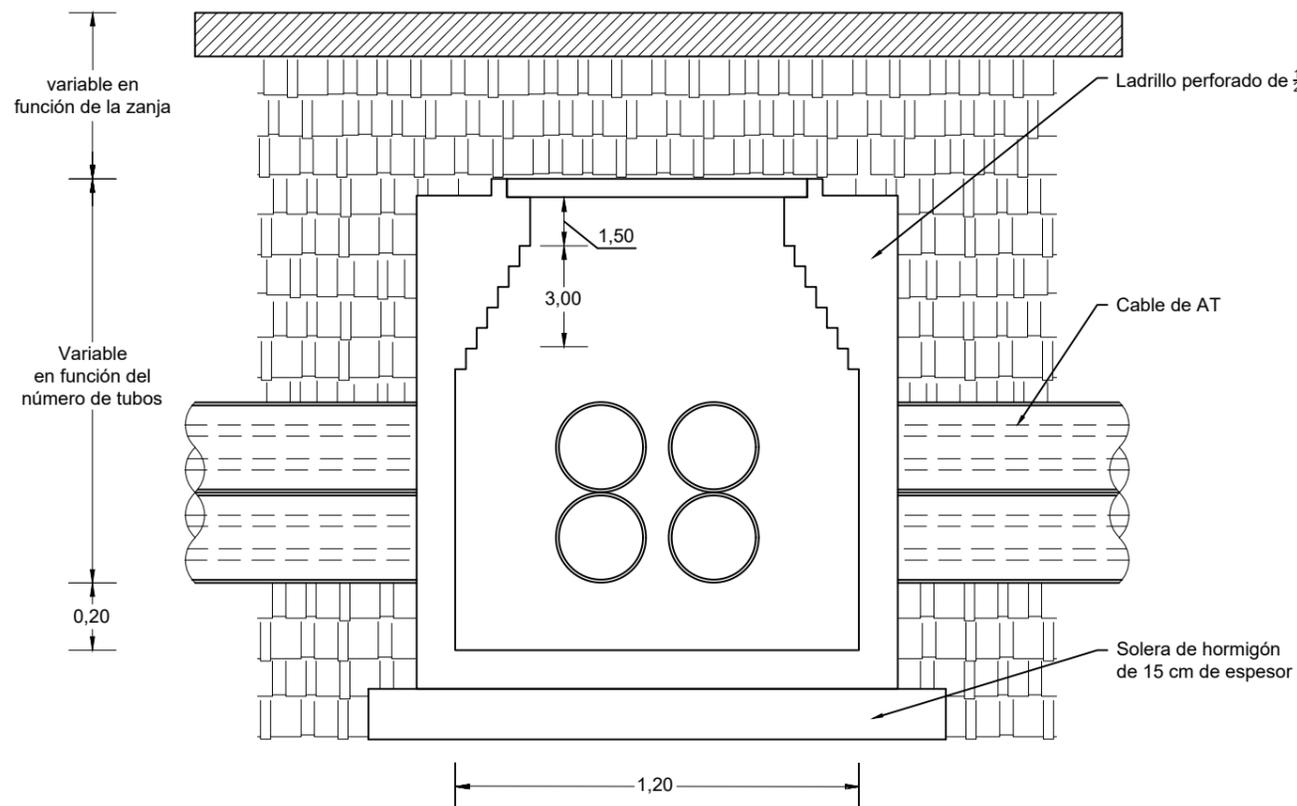
Dibujado	03/2024	SPG	P-05	
Comprobado			HOJA 1 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	DETALLE DE ZANJAS			Firma:
SE				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

# ARQUETA REGISTRABLE



Dibujado	03/2024	SPG	P-05	
Comprobado			HOJA 2 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	DETALLES DE ARQUETAS			Firma:
SE				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWn / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

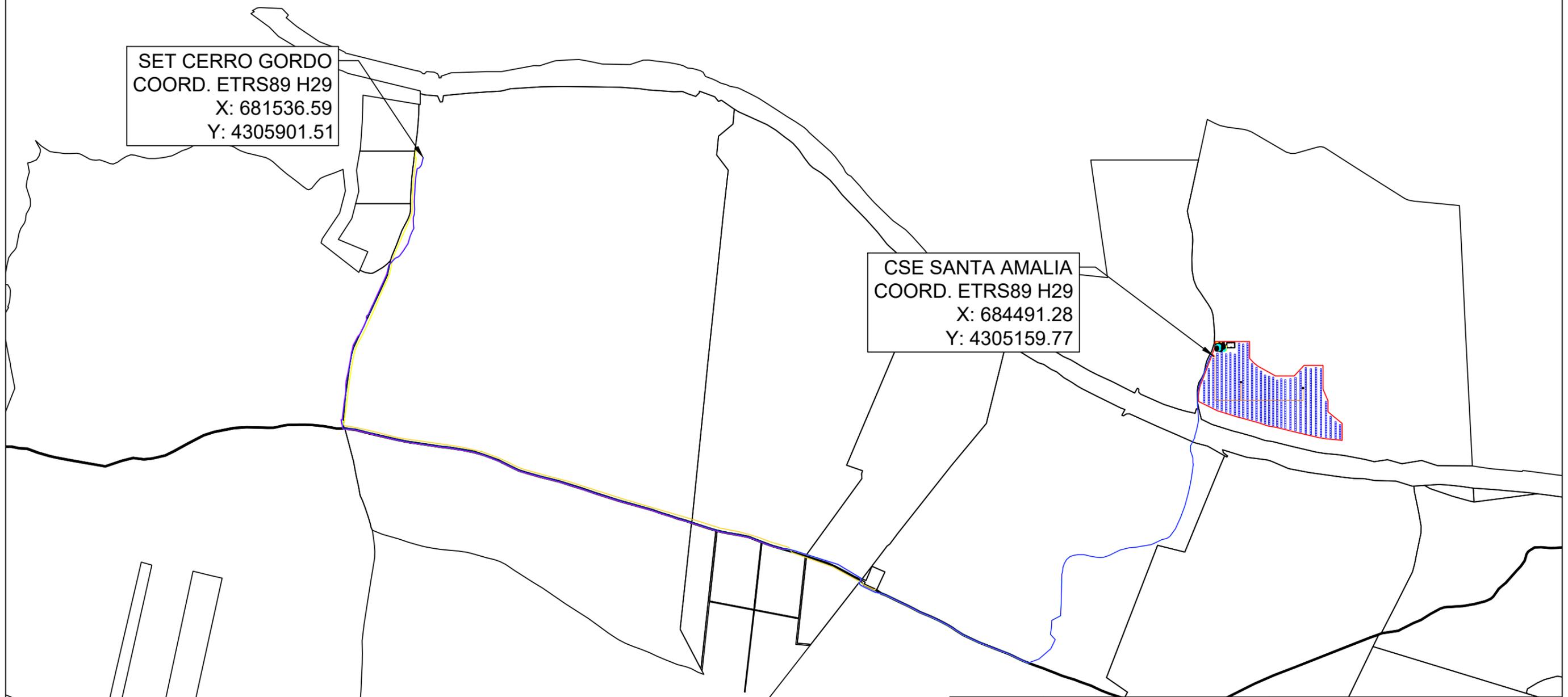
# ARQUETA CIEGA



Dibujado	03/2024	SPG	P-05	
Comprobado			HOJA 3 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	DETALLES DE ARQUETAS			Firma:
SE				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

SET CERRO GORDO  
 COORD. ETRS89 H29  
 X: 681536.59  
 Y: 4305901.51

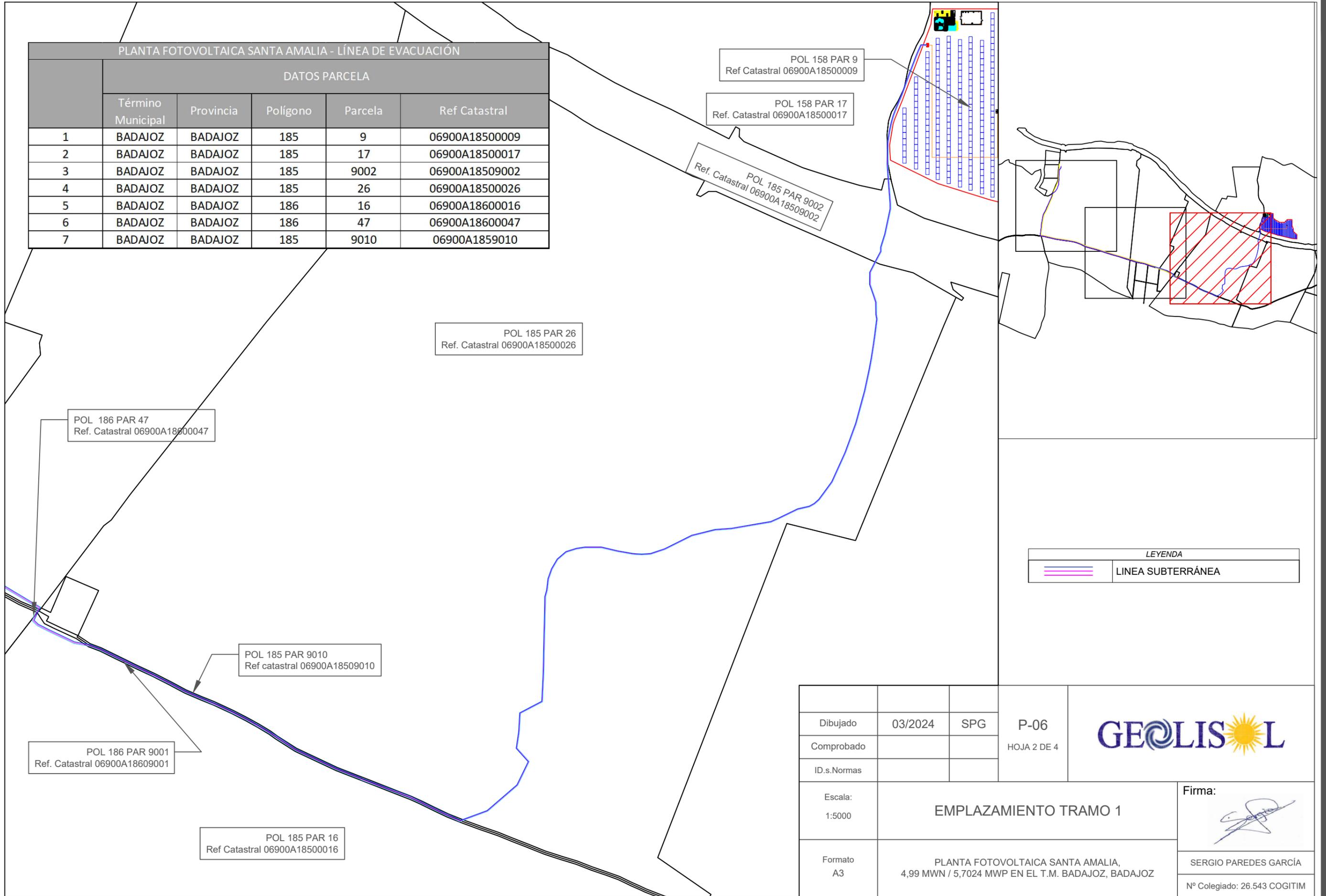
CSE SANTA AMALIA  
 COORD. ETRS89 H29  
 X: 684491.28  
 Y: 4305159.77



Dibujado	03/2024	SPG	P-06	
Comprobado			HOJA 1 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala:	PARCELARIO GENERAL			Firma:
1:15000				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWn / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA - LÍNEA DE EVACUACIÓN

DATOS PARCELA					
	Término Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Ref Catastral
1	BADAJOS	BADAJOS	185	9	06900A18500009
2	BADAJOS	BADAJOS	185	17	06900A18500017
3	BADAJOS	BADAJOS	185	9002	06900A18509002
4	BADAJOS	BADAJOS	185	26	06900A18500026
5	BADAJOS	BADAJOS	186	16	06900A18600016
6	BADAJOS	BADAJOS	186	47	06900A18600047
7	BADAJOS	BADAJOS	185	9010	06900A1859010



POL 158 PAR 9  
Ref Catastral 06900A18500009

POL 158 PAR 17  
Ref. Catastral 06900A18500017

POL 185 PAR 9002  
Ref. Catastral 06900A18509002

POL 185 PAR 26  
Ref. Catastral 06900A18500026

POL 186 PAR 47  
Ref. Catastral 06900A18600047

POL 185 PAR 9010  
Ref catastral 06900A18509010

POL 186 PAR 9001  
Ref. Catastral 06900A18609001

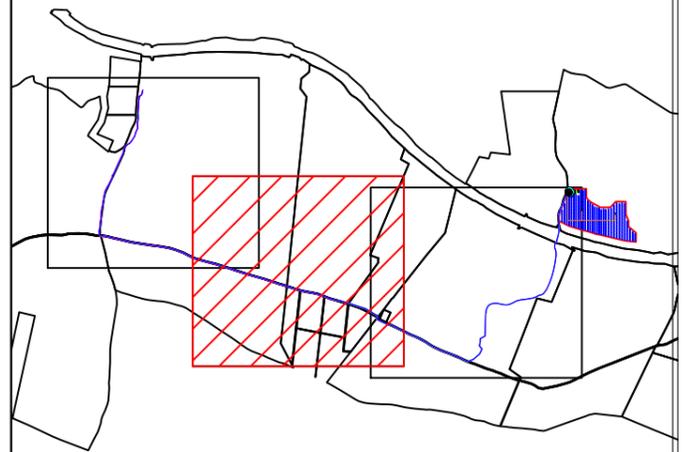
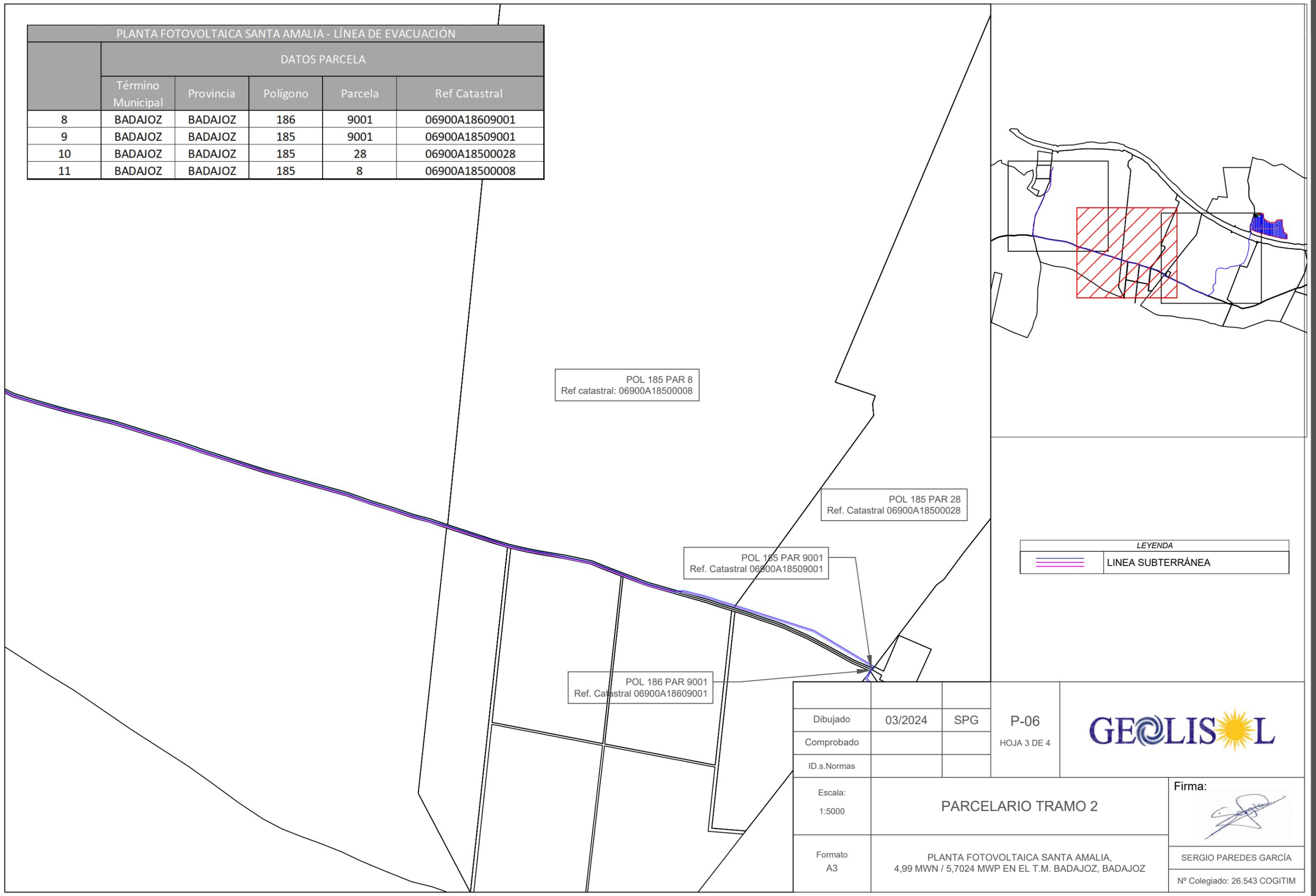
POL 185 PAR 16  
Ref Catastral 06900A18500016

LEYENDA	
	LÍNEA SUBTERRÁNEA

Dibujado	03/2024	SPG	P-06	
Comprobado			HOJA 2 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala:	EMPLAZAMIENTO TRAMO 1			Firma:
1:5000				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA - LÍNEA DE EVACUACIÓN

DATOS PARCELA					
	Término Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Ref Catastral
8	BADAJOS	BADAJOS	186	9001	06900A18609001
9	BADAJOS	BADAJOS	185	9001	06900A18509001
10	BADAJOS	BADAJOS	185	28	06900A18500028
11	BADAJOS	BADAJOS	185	8	06900A18500008



POL 185 PAR 8  
Ref catastral: 06900A18500008

POL 185 PAR 28  
Ref. Catastral 06900A18500028

POL 185 PAR 9001  
Ref. Catastral 06900A18509001

POL 186 PAR 9001  
Ref. Catastral 06900A18609001

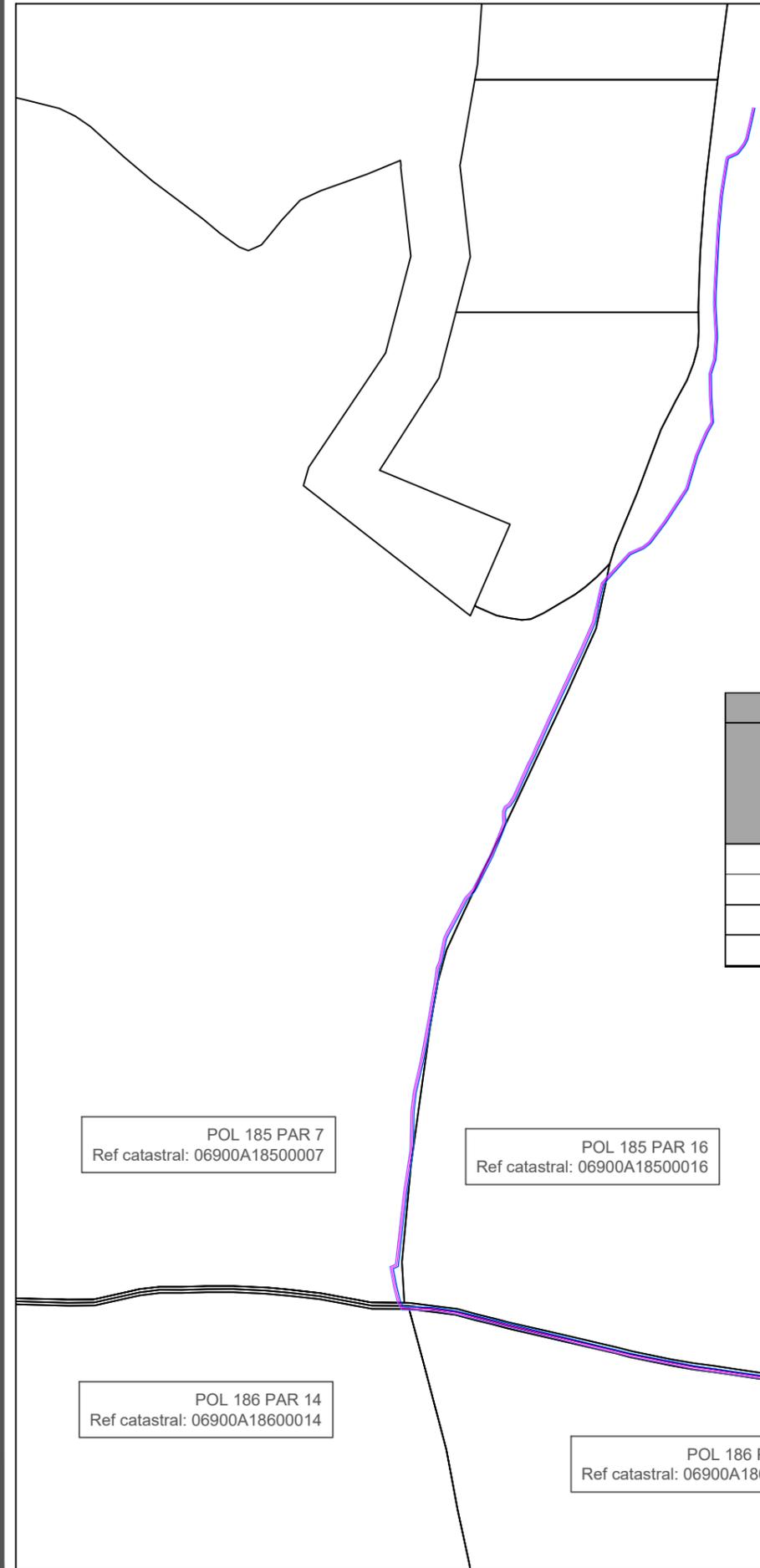
LEYENDA	
	LÍNEA SUBTERRÁNEA

Dibujado	03/2024	SPG	P-06
Comprobado			HOJA 3 DE 4
ID.s.Normas			

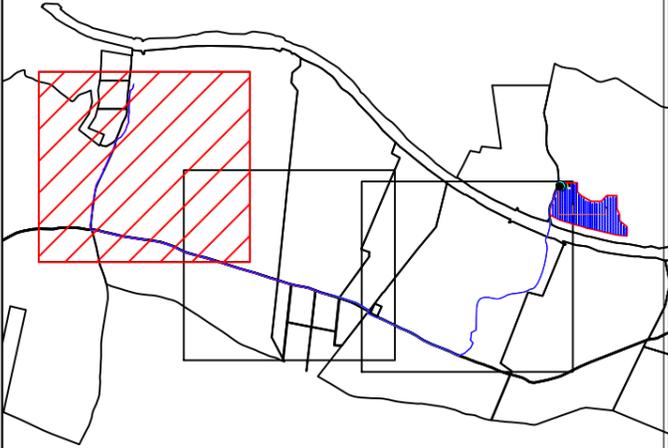


Escala: 1:5000	PARCELARIO TRAMO 2
Formato A3	
PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ	

Firma:  
  
SERGIO PAREDES GARCÍA  
Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA - LÍNEA DE EVACUACIÓN					
	DATOS PARCELA				
	Término Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Ref Catastral
12	BADAJOS	BADAJOS	186	14	06900A18600014
13	BADAJOS	BADAJOS	185	7	06900A18500007
14	BADAJOS	BADAJOS	186	29	06900A18600029
15	BADAJOS	BADAJOS	185	16	06900A18500016



POL 185 PAR 7  
Ref catastral: 06900A18500007

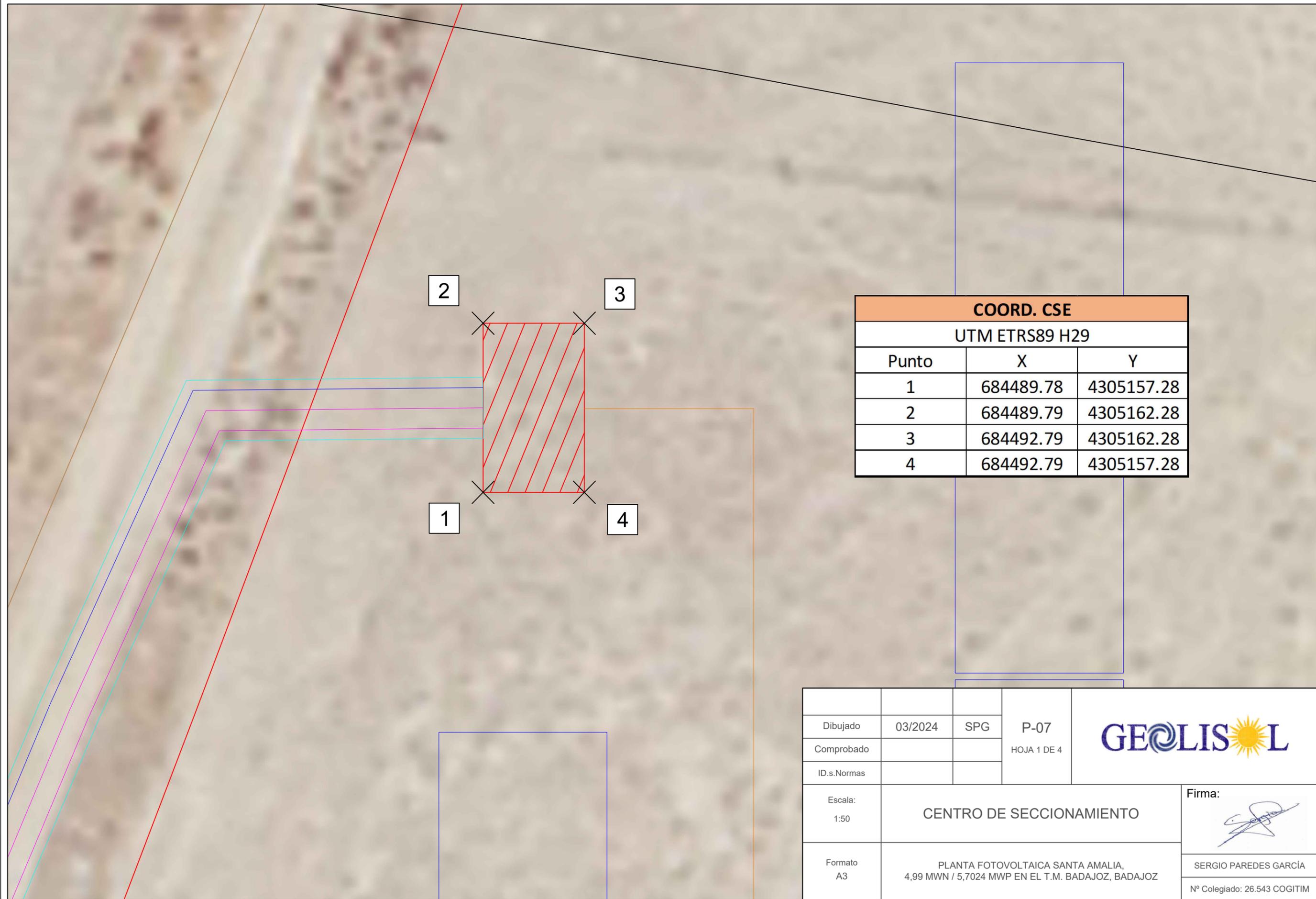
POL 185 PAR 16  
Ref catastral: 06900A18500016

POL 186 PAR 14  
Ref catastral: 06900A18600014

POL 186 PAR 29  
Ref catastral: 06900A18600029

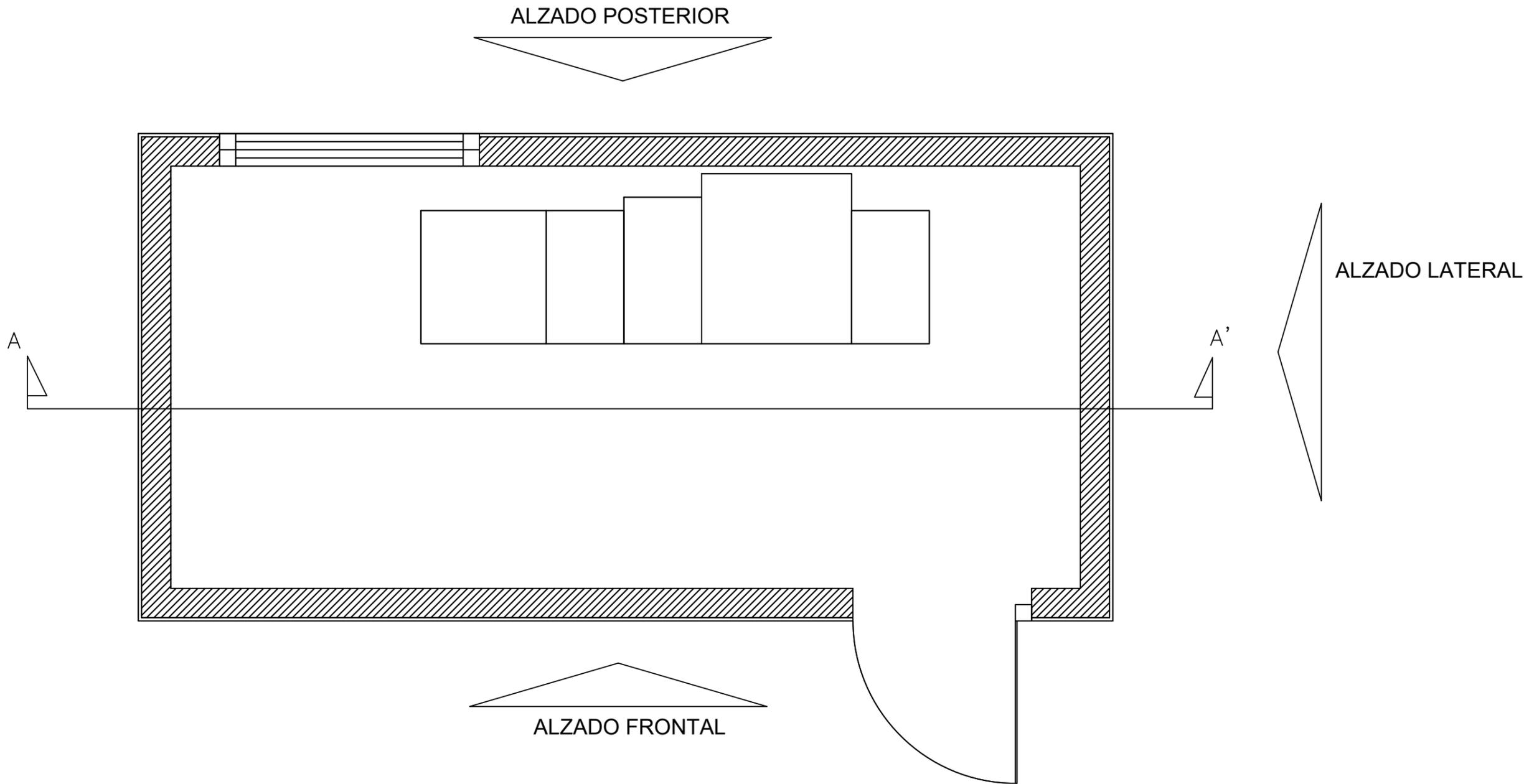
LEYENDA	
	LÍNEA SUBTERRÁNEA

Dibujado	03/2024	SPG	P-06 HOJA 4 DE 4	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala:	PARCELARIO TRAMO 3			Firma:
1:5000				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



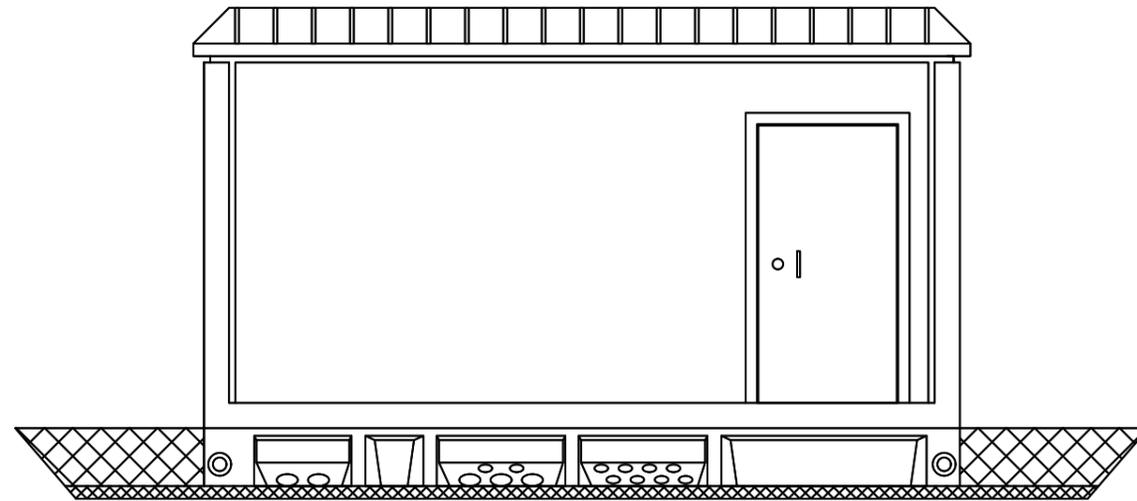
COORD. CSE		
UTM ETRS89 H29		
Punto	X	Y
1	684489.78	4305157.28
2	684489.79	4305162.28
3	684492.79	4305162.28
4	684492.79	4305157.28

Dibujado	03/2024	SPG	P-07	
Comprobado			HOJA 1 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala:	CENTRO DE SECCIONAMIENTO			Firma:
1:50				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

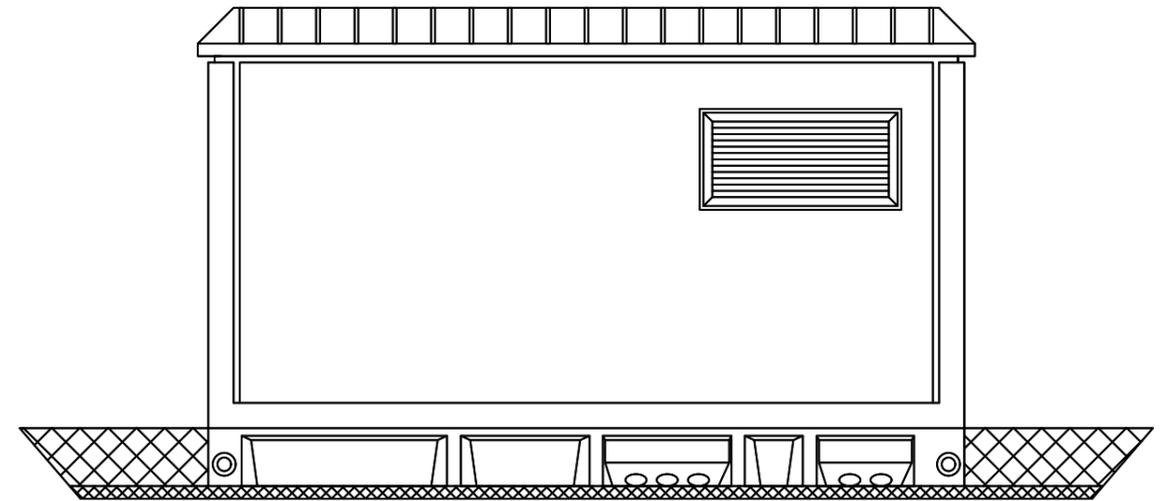


Dibujado	03/2024	SPG	P-07	
Comprobado			HOJA 2 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala: SE	PLANTA CENTRO SECCIONAMIENTO			Firma: 
Formato A3	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

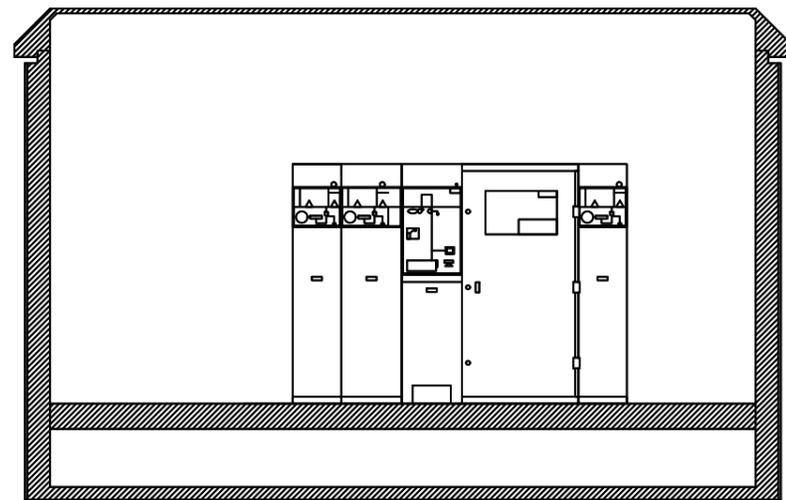
ALZADO FRONTAL



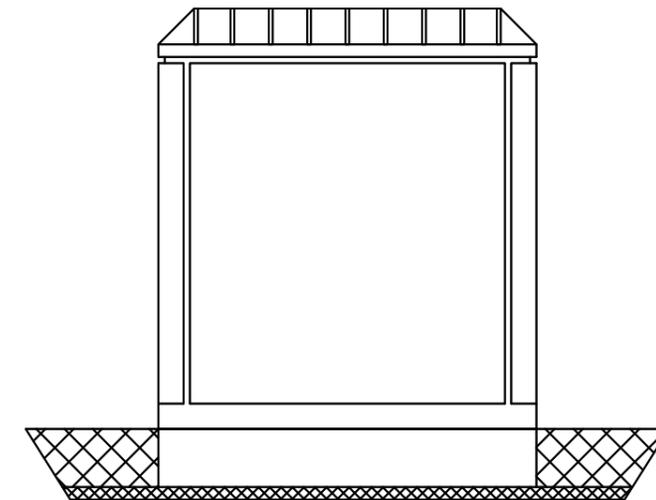
ALZADO POSTERIOR



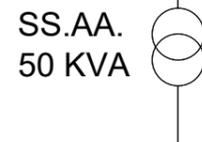
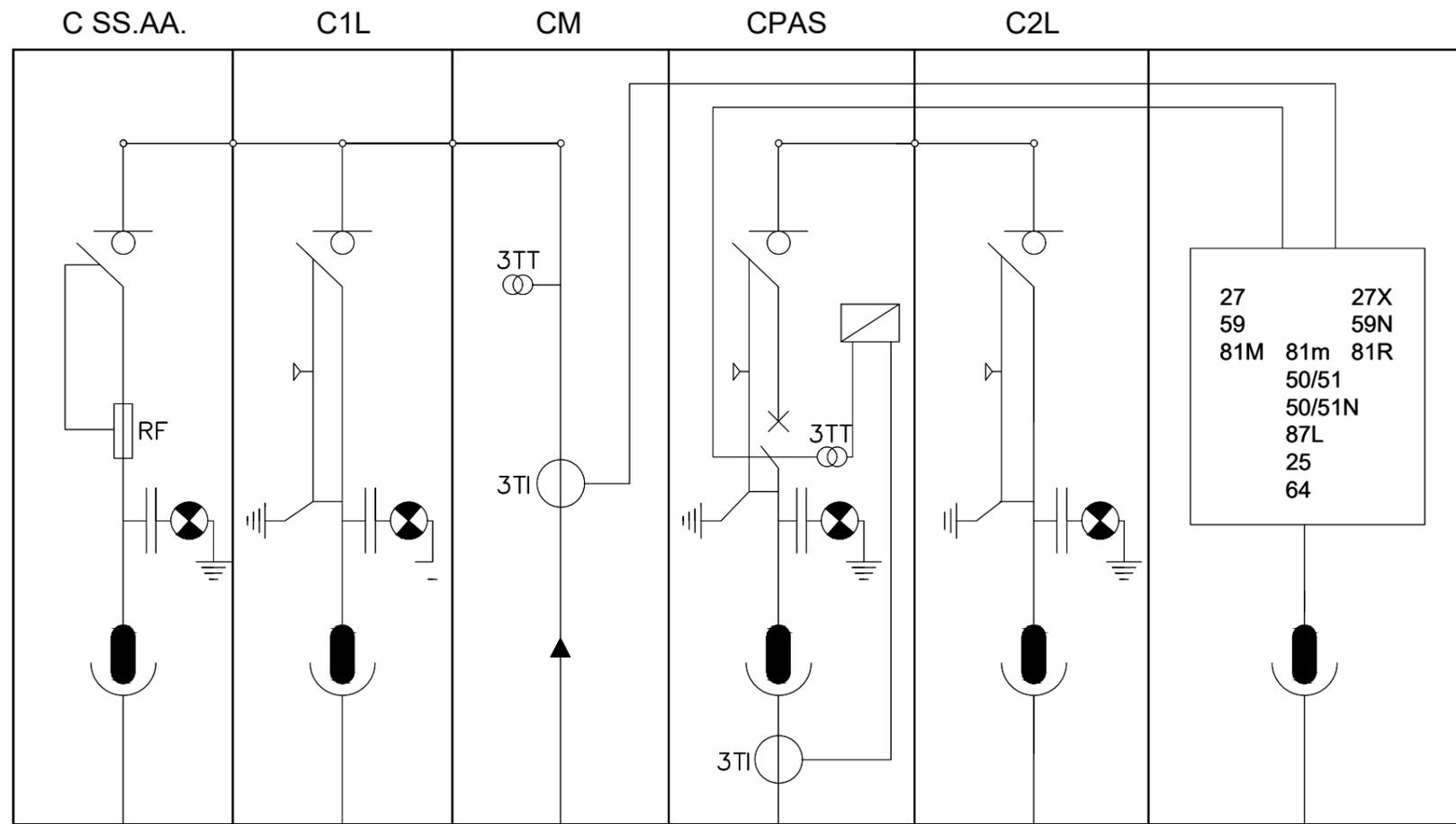
SECCIÓN A-A'



ALZADO LATERAL



Dibujado	03/2024	SPG	P-07	
Comprobado			HOJA 3 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala: SE	ALZADO Y SECCIÓN CENTRO DE SECCIONAMIENTO			Firma: 
Formato A3	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWn / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



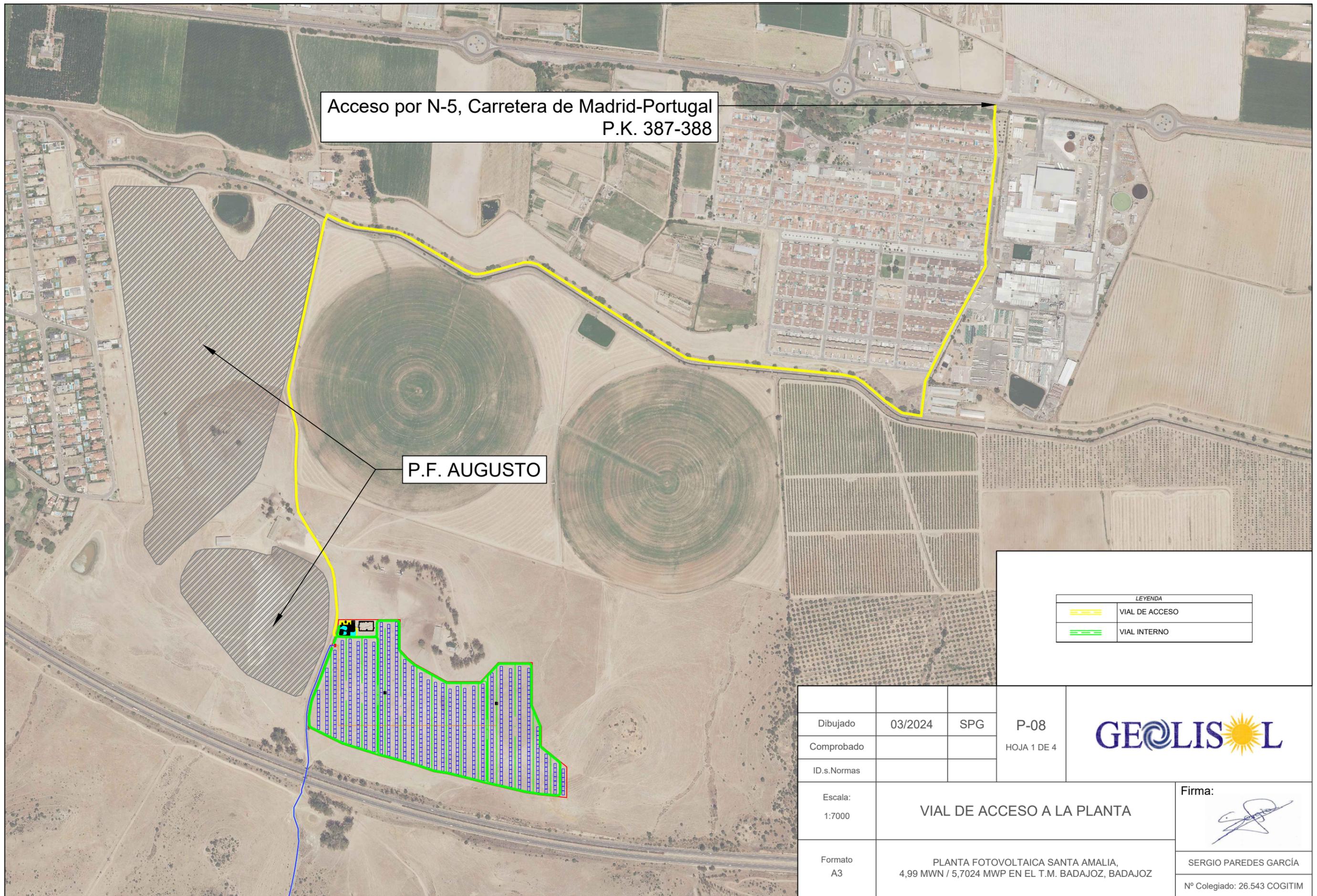
LÍNEA 1

3TI

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	03/2024	SPG	P-07	
Comprobado			HOJA 4 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala: SE	ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE SECCIONAMIENTO			Firma: 
Formato A3	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



Acceso por N-5, Carretera de Madrid-Portugal  
P.K. 387-388

P.F. AUGUSTO

LEYENDA	
	VIAL DE ACCESO
	VIAL INTERNO

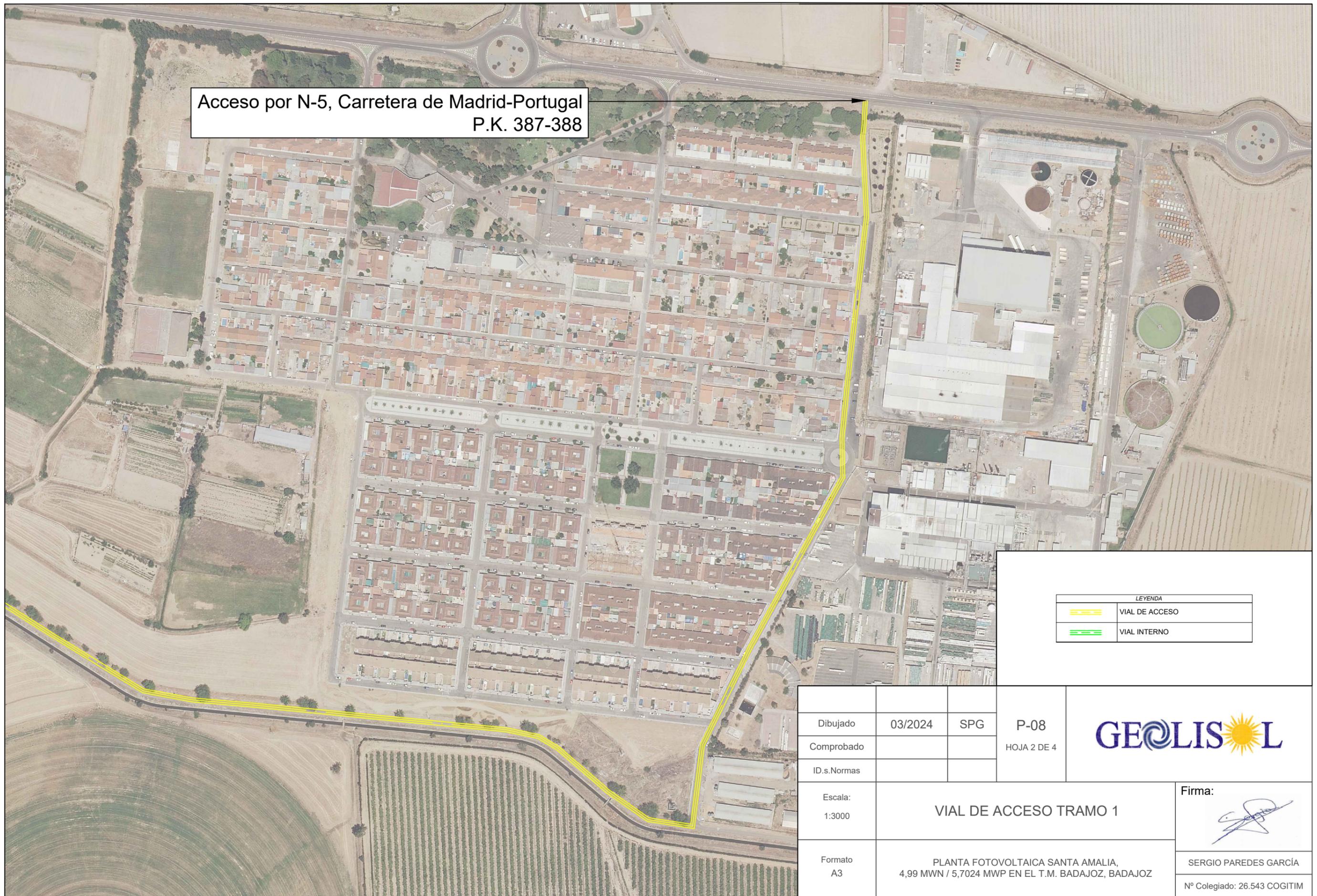
Dibujado	03/2024	SPG	P-08
Comprobado			HOJA 1 DE 4
ID.s.Normas			



Escala: 1:7000	VIAL DE ACCESO A LA PLANTA
Formato A3	
PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ	

Firma:  
  
SERGIO PAREDES GARCÍA  
Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Acceso por N-5, Carretera de Madrid-Portugal  
P.K. 387-388



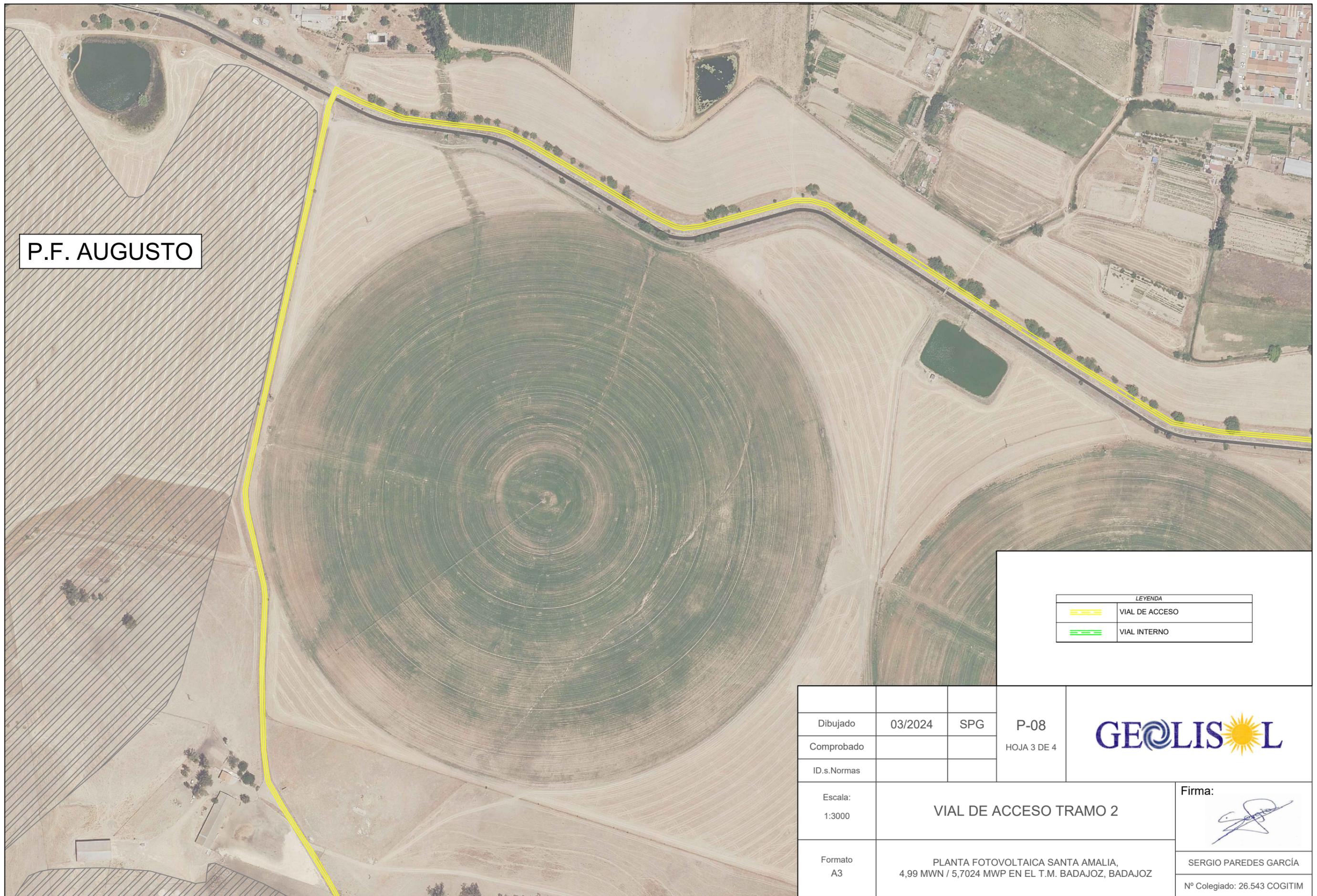
LEYENDA	
	VIAL DE ACCESO
	VIAL INTERNO

Dibujado	03/2024	SPG	P-08
Comprobado			HOJA 2 DE 4
ID.s.Normas			



Escala: 1:3000	VIAL DE ACCESO TRAMO 1
Formato A3	
PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ	

Firma:  
  
SERGIO PAREDES GARCÍA  
Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

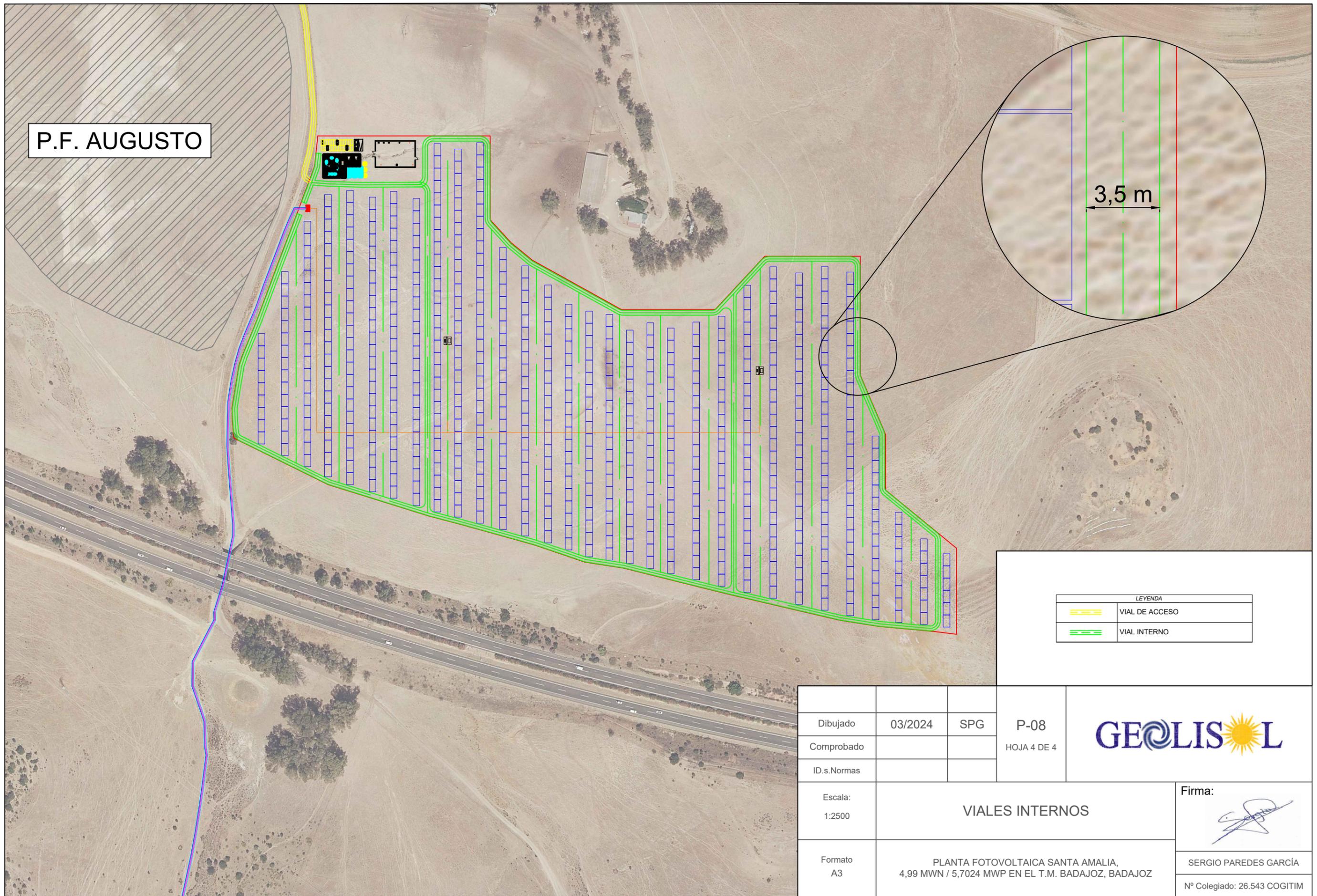


P.F. AUGUSTO

LEYENDA	
	VIAL DE ACCESO
	VIAL INTERNO

Dibujado	03/2024	SPG	P-08	
Comprobado			HOJA 3 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala:	VIAL DE ACCESO TRAMO 2			Firma:
1:3000				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

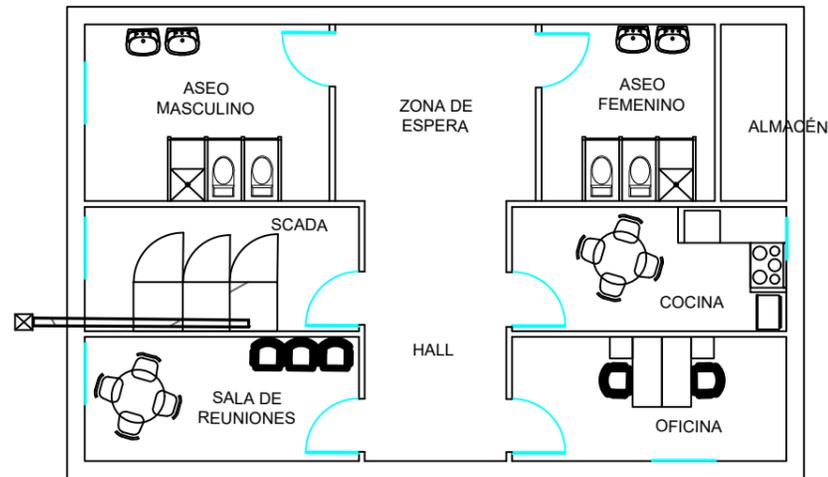
P.F. AUGUSTO



LEYENDA	
	VIAL DE ACCESO
	VIAL INTERNO

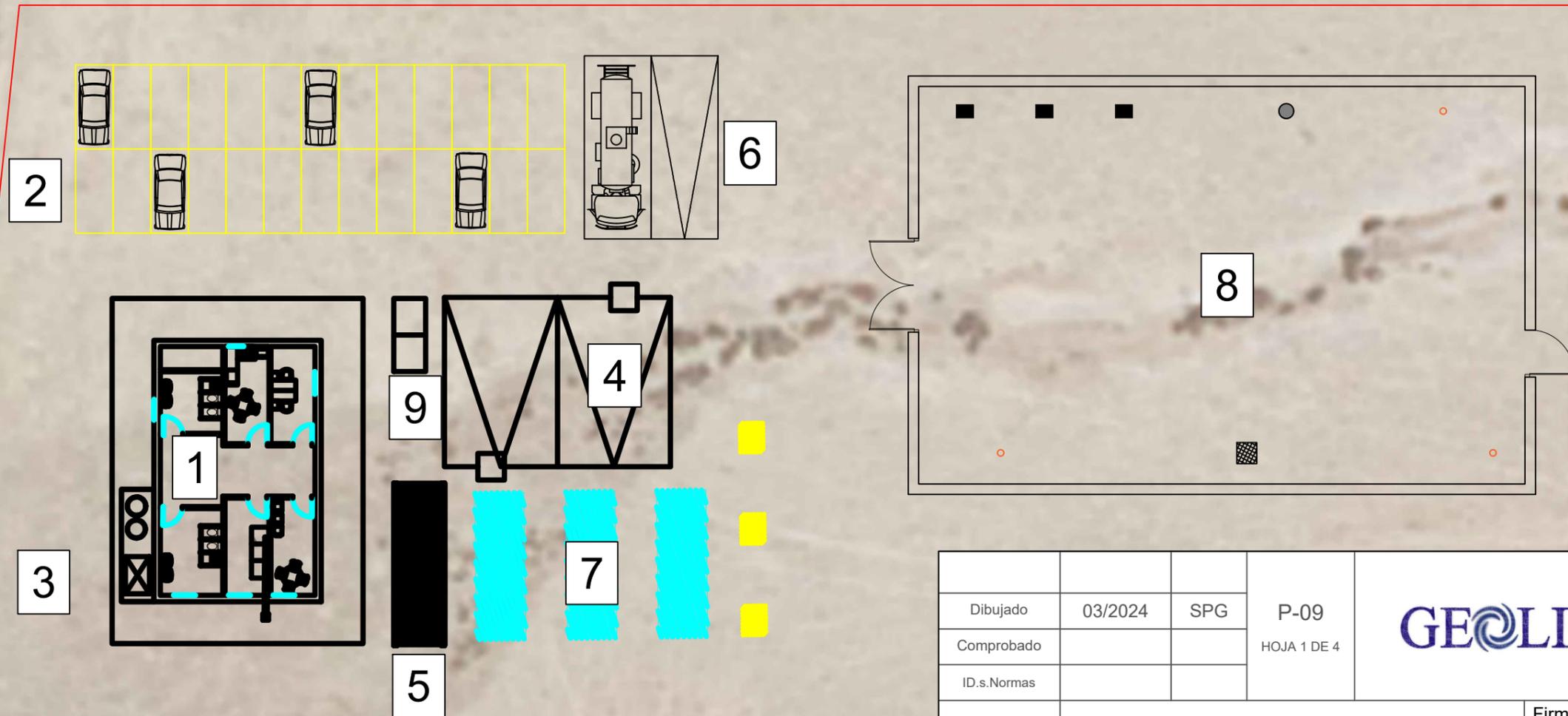
Dibujado	03/2024	SPG	P-08	
Comprobado			HOJA 4 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala:	VIALES INTERNOS			Firma:
1:2500				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

PLANTA EDIFICIO CONTROL

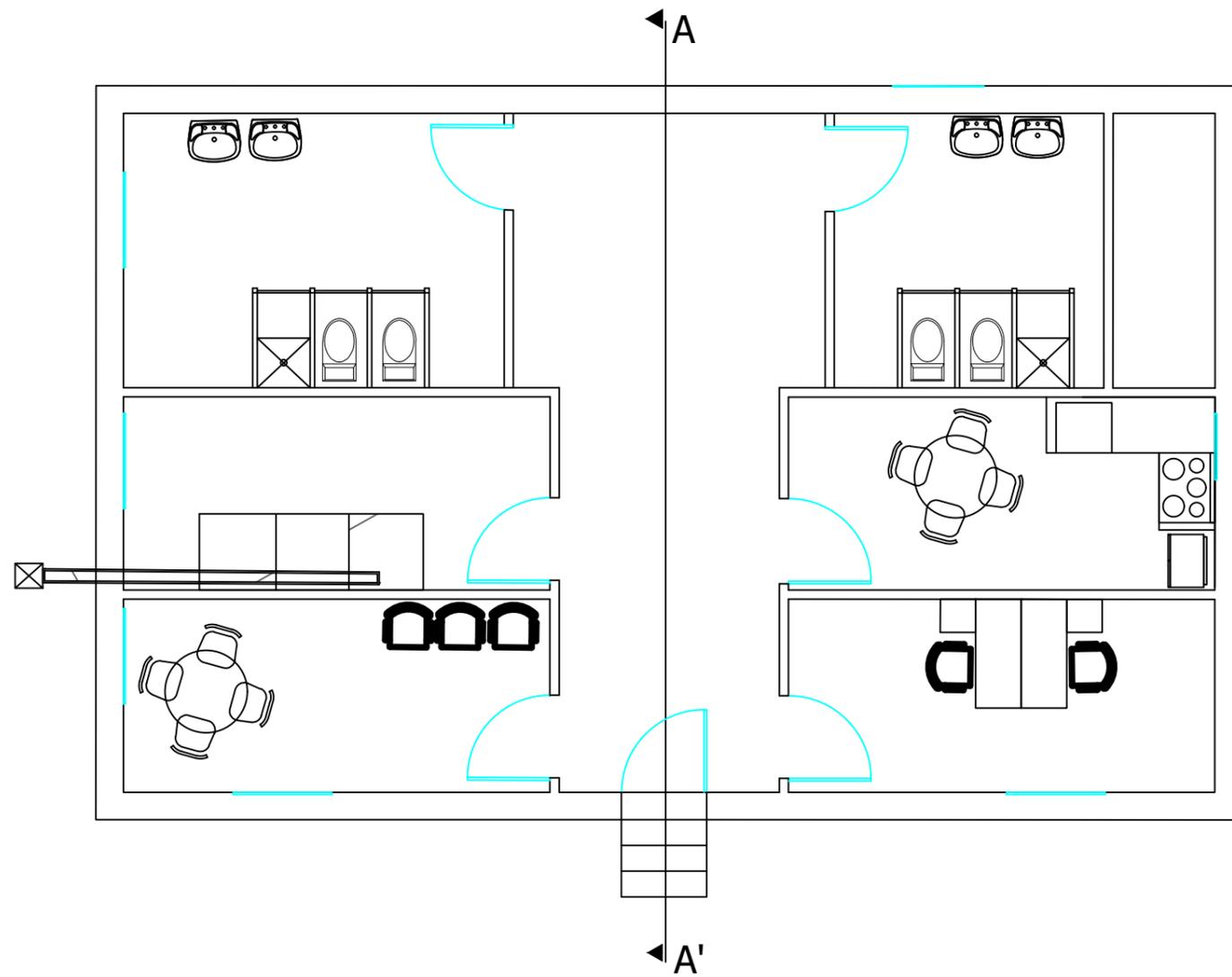


DETALLE DE INSTALACIONES:

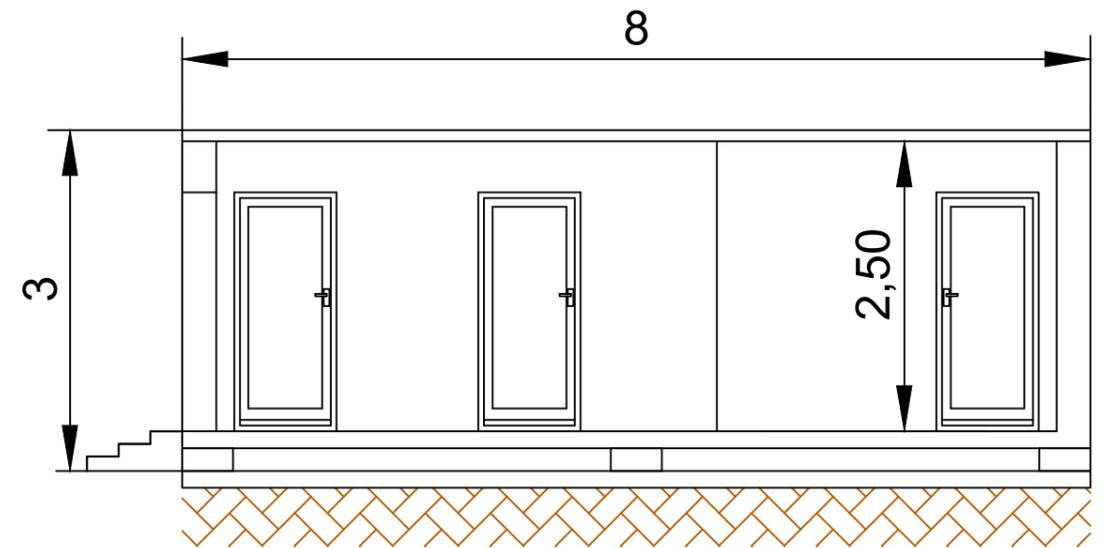
1. Oficinas Edificio de control
2. Estacionamiento turismos
3. Tanque séptico y agua potable
4. Warehouse
5. Contenedor de almacén
6. Establecimiento de camiones
7. Residuos no peligrosos
8. Residuos peligrosos
9. Residuos domiciliarios



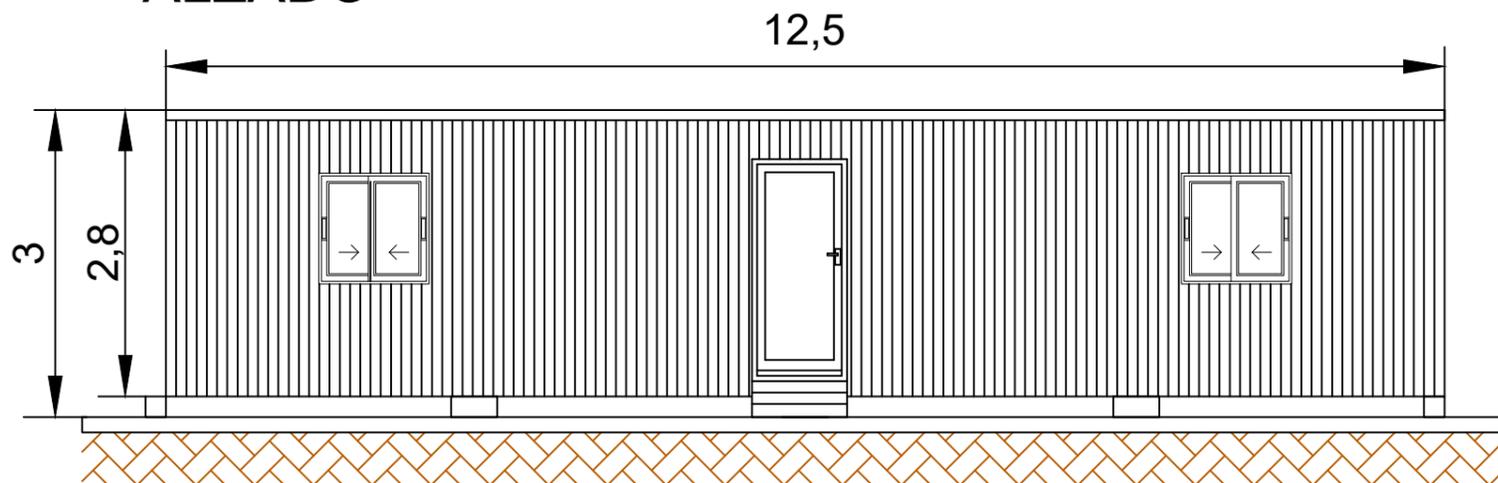
Dibujado	03/2024	SPG	P-09	
Comprobado			HOJA 1 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala: 1:7000	EDIFICIO O&M Y OTRAS INSTALACIONES			Firma: 
Formato A3	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



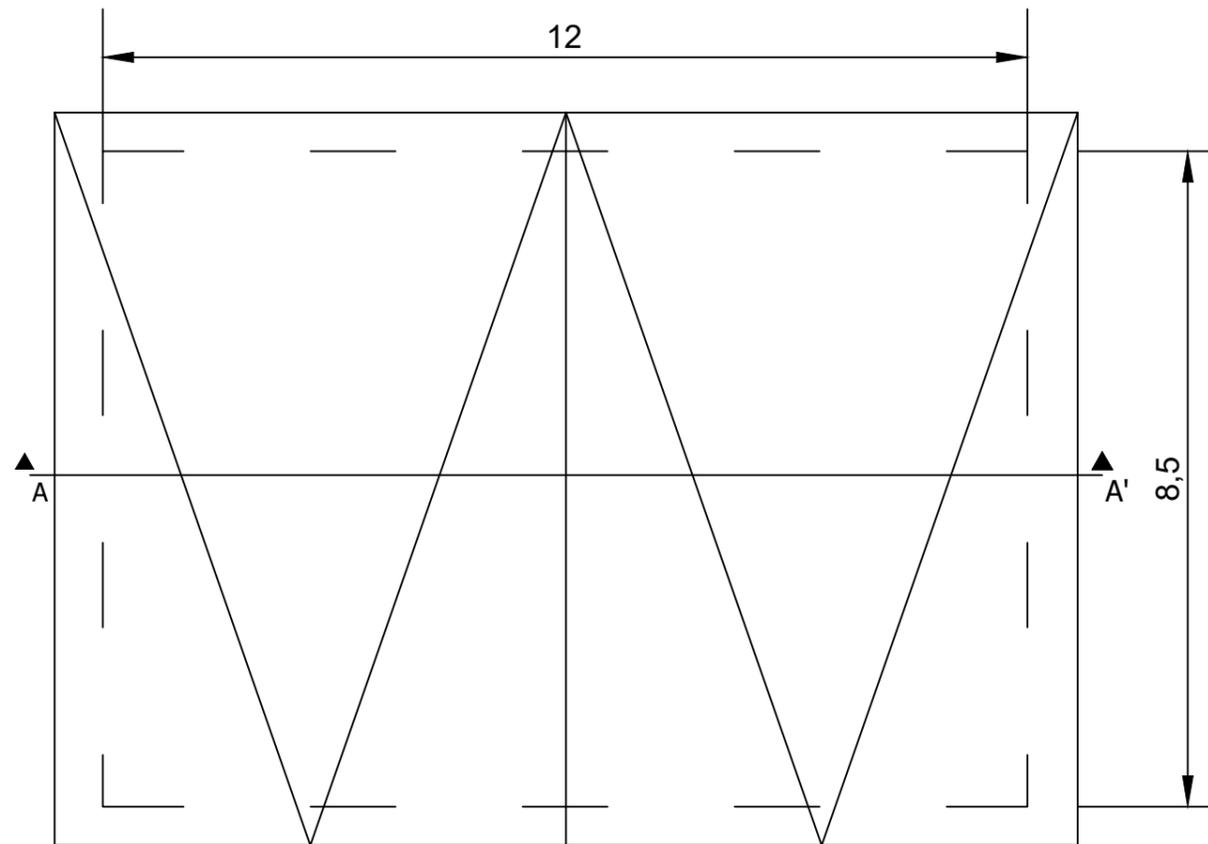
SECCIÓN A-A'



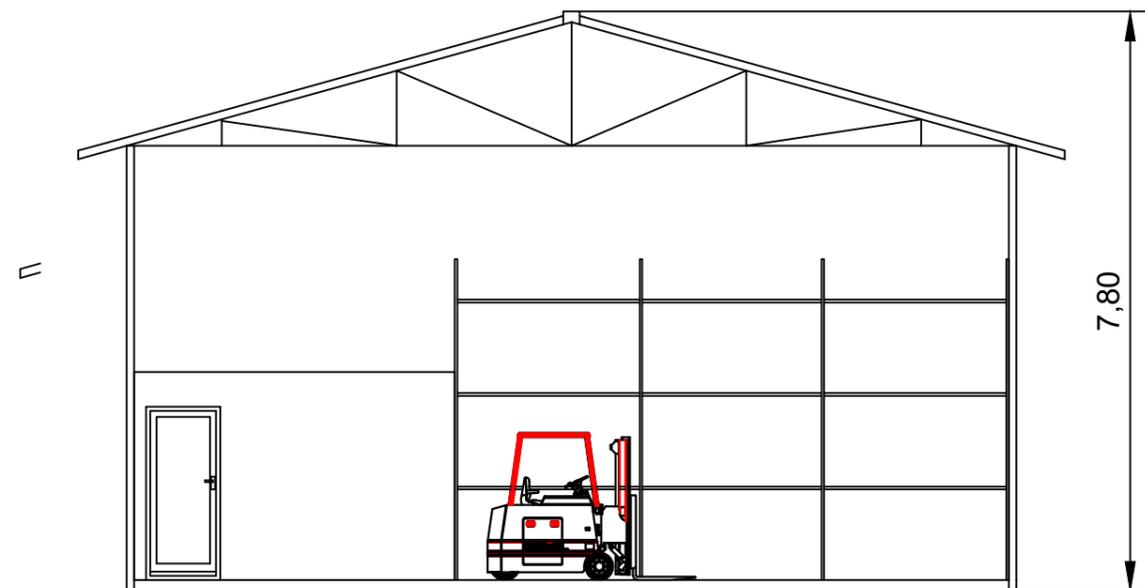
ALZADO



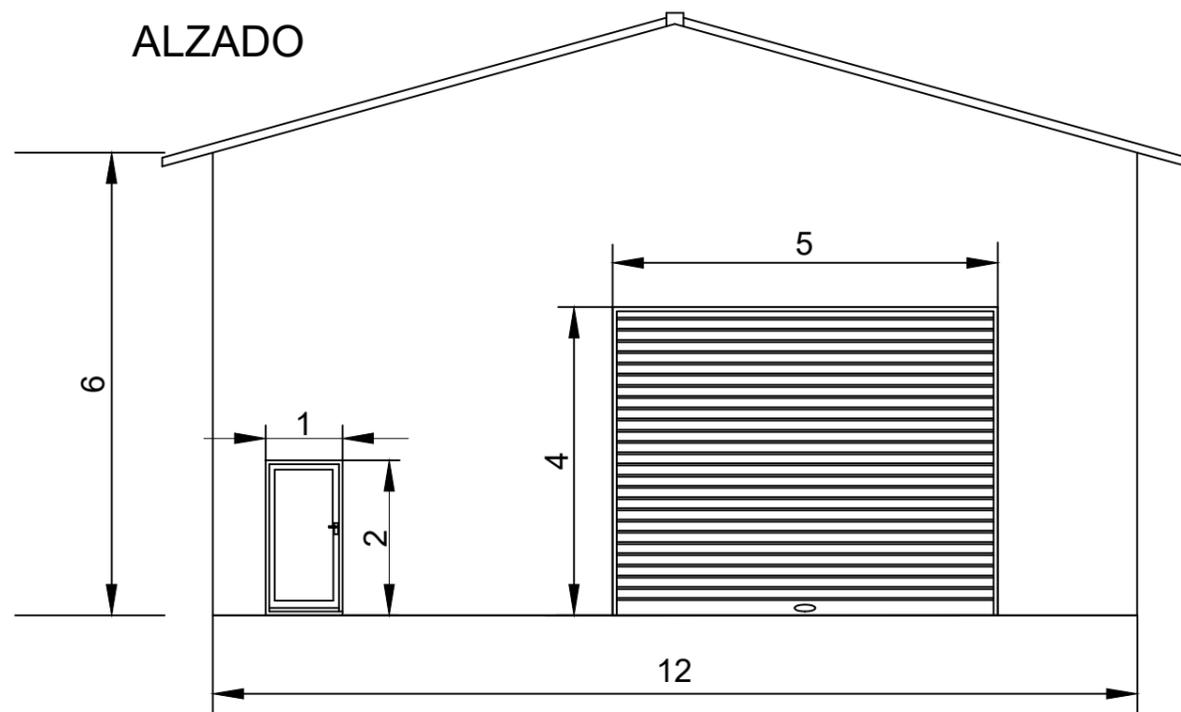
Dibujado	03/2024	SPG	P-09	
Comprobado			HOJA 2 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala:	DIMENSIONES EDIFICIO O&M			Firma:
1/3000				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



SECCIÓN A-A'

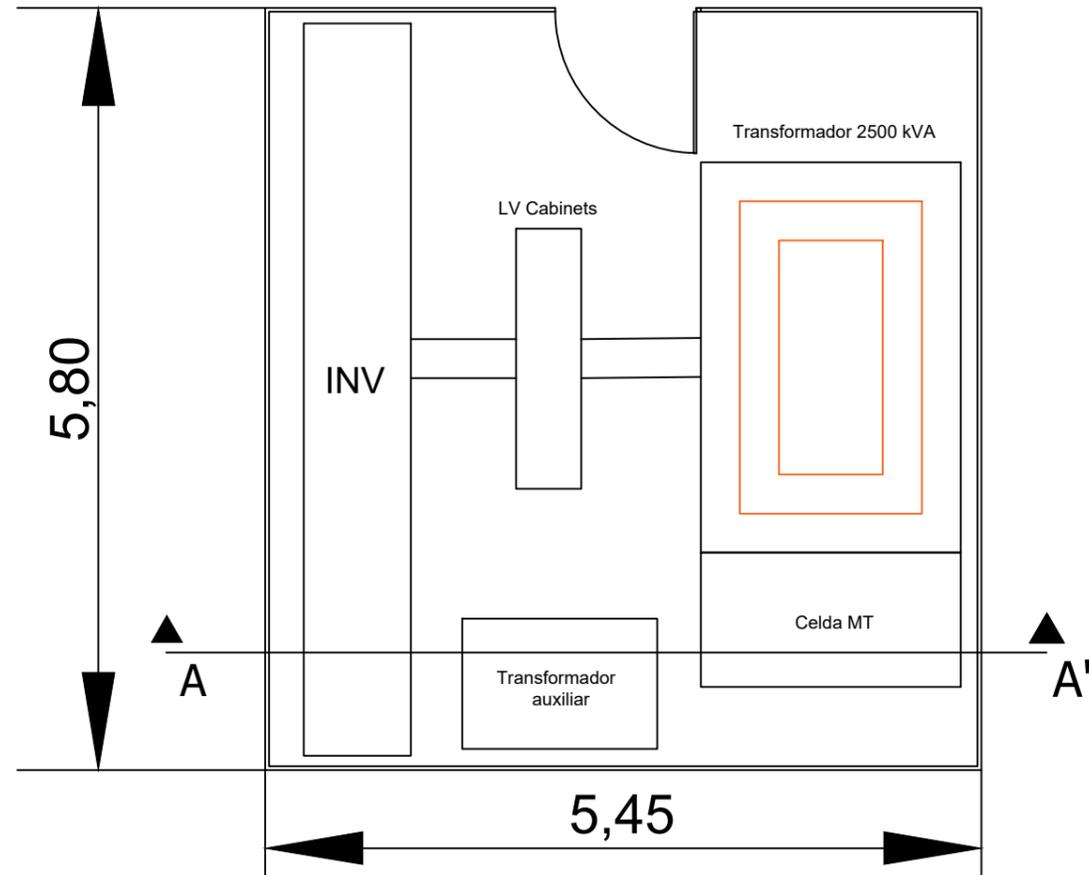


ALZADO

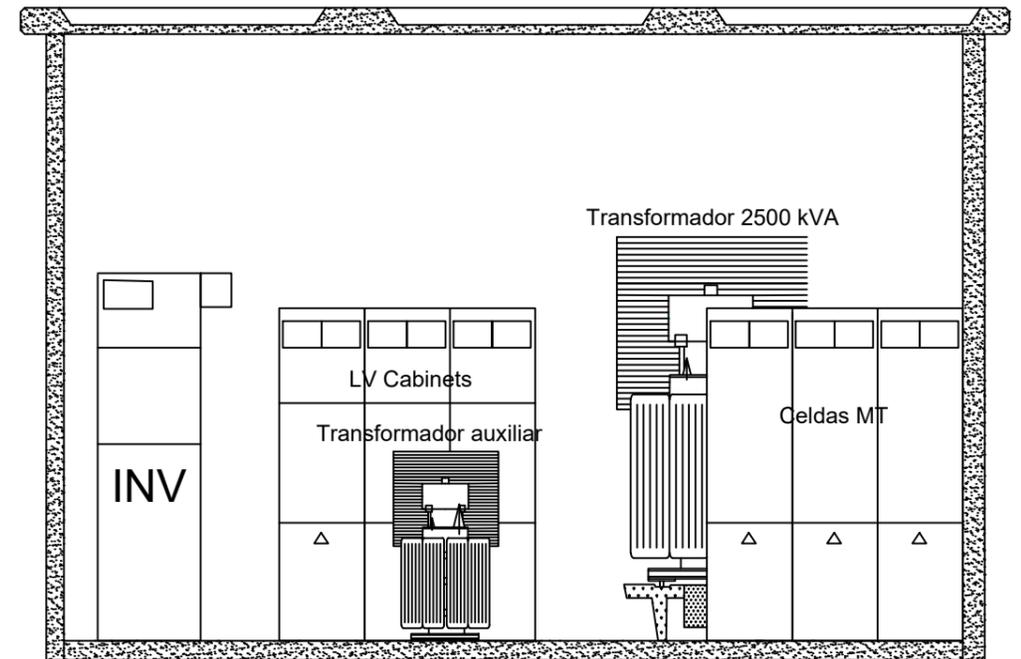


Dibujado	03/2024	SPG	P-09	
Comprobado			HOJA 3 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala: 1:3000	DIMENSIONES ALMACEN			Firma: 
Formato A3	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

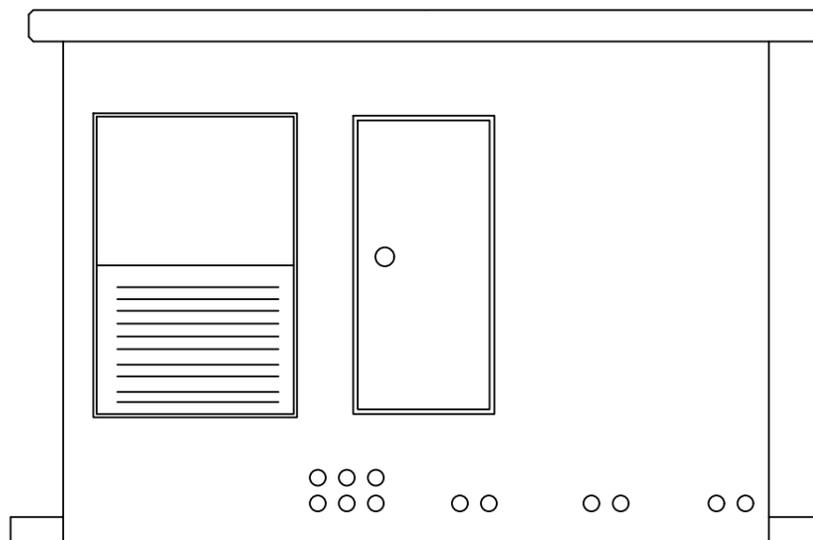
PLANTA



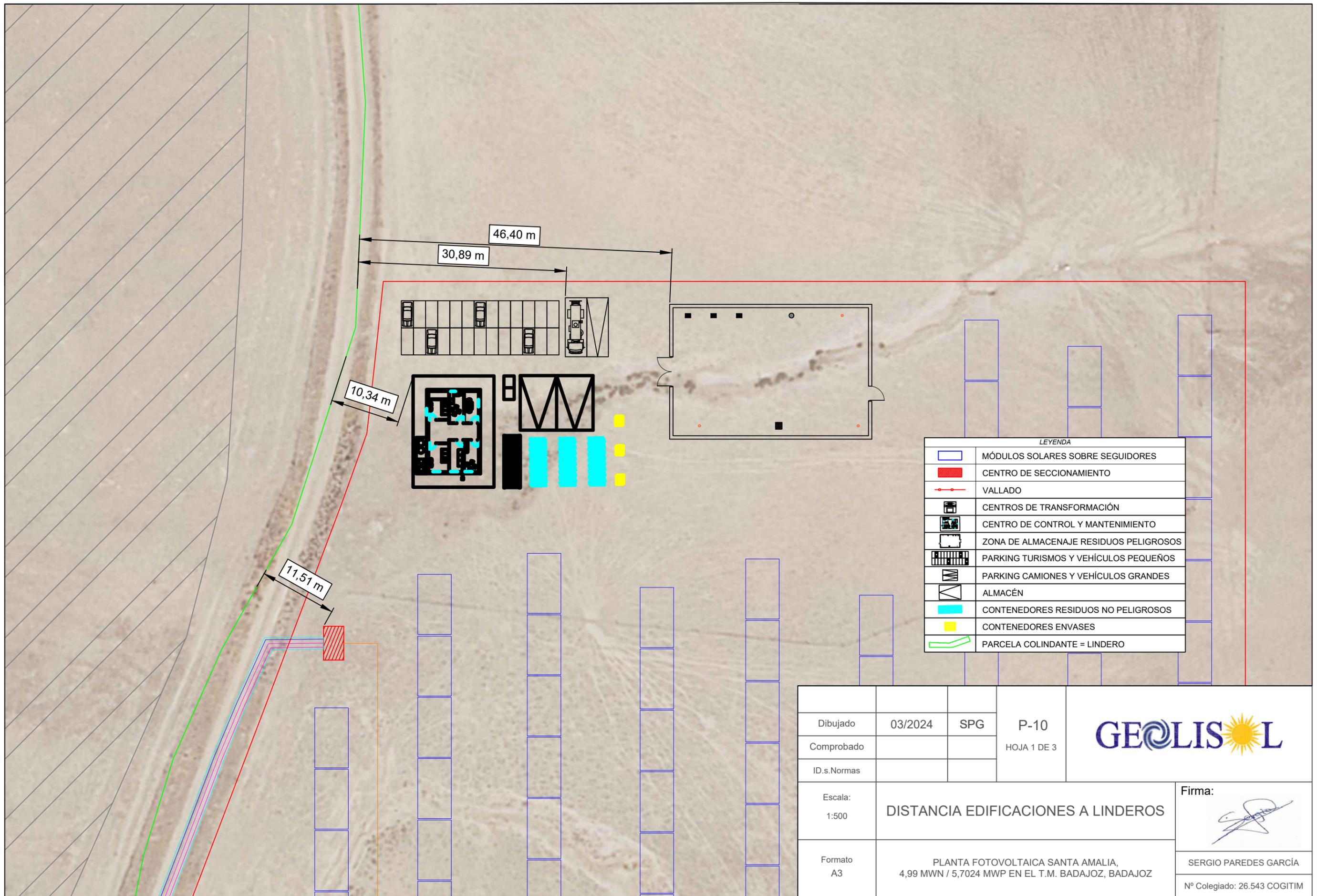
SECCIÓN A-A'



ALZADO



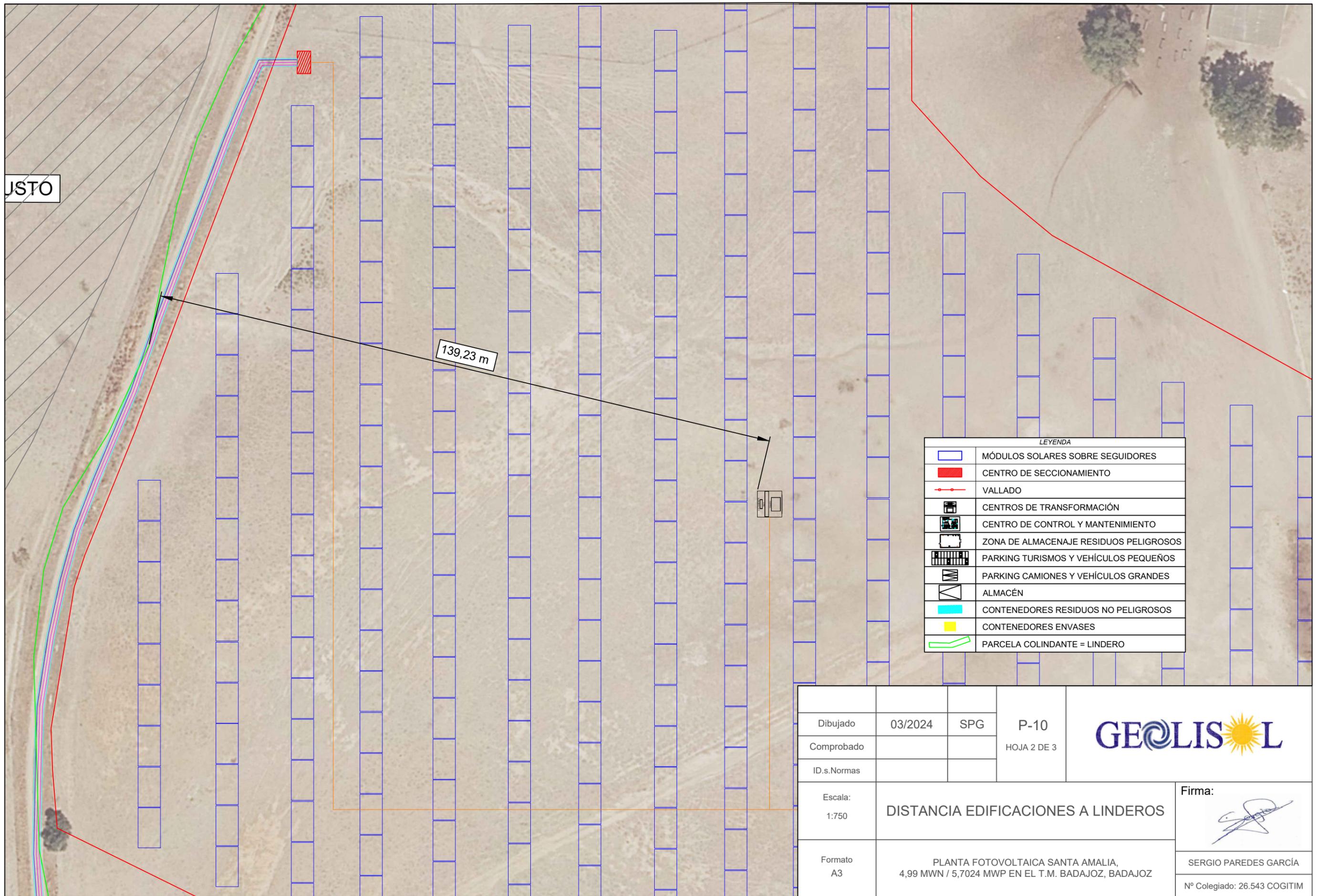
Dibujado	03/2024	SPG	P-09	
Comprobado			HOJA 4 DE 4	
ID.s.Normas				
Escala:	DIMENSIONES CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			Firma:
SE				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWn / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



LEYENDA

	MÓDULOS SOLARES SOBRE SEGUIDORES
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
	VALLADO
	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
	CENTRO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO
	ZONA DE ALMACENAJE RESIDUOS PELIGROSOS
	PARKING TURISMOS Y VEHÍCULOS PEQUEÑOS
	PARKING CAMIONES Y VEHÍCULOS GRANDES
	ALMACÉN
	CONTENEDORES RESIDUOS NO PELIGROSOS
	CONTENEDORES ENVASES
	PARCELA COLINDANTE = LINDERO

Dibujado	03/2024	SPG	P-10	
Comprobado			HOJA 1 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	DISTANCIA EDIFICACIONES A LINDEROS			Firma:
1:500				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



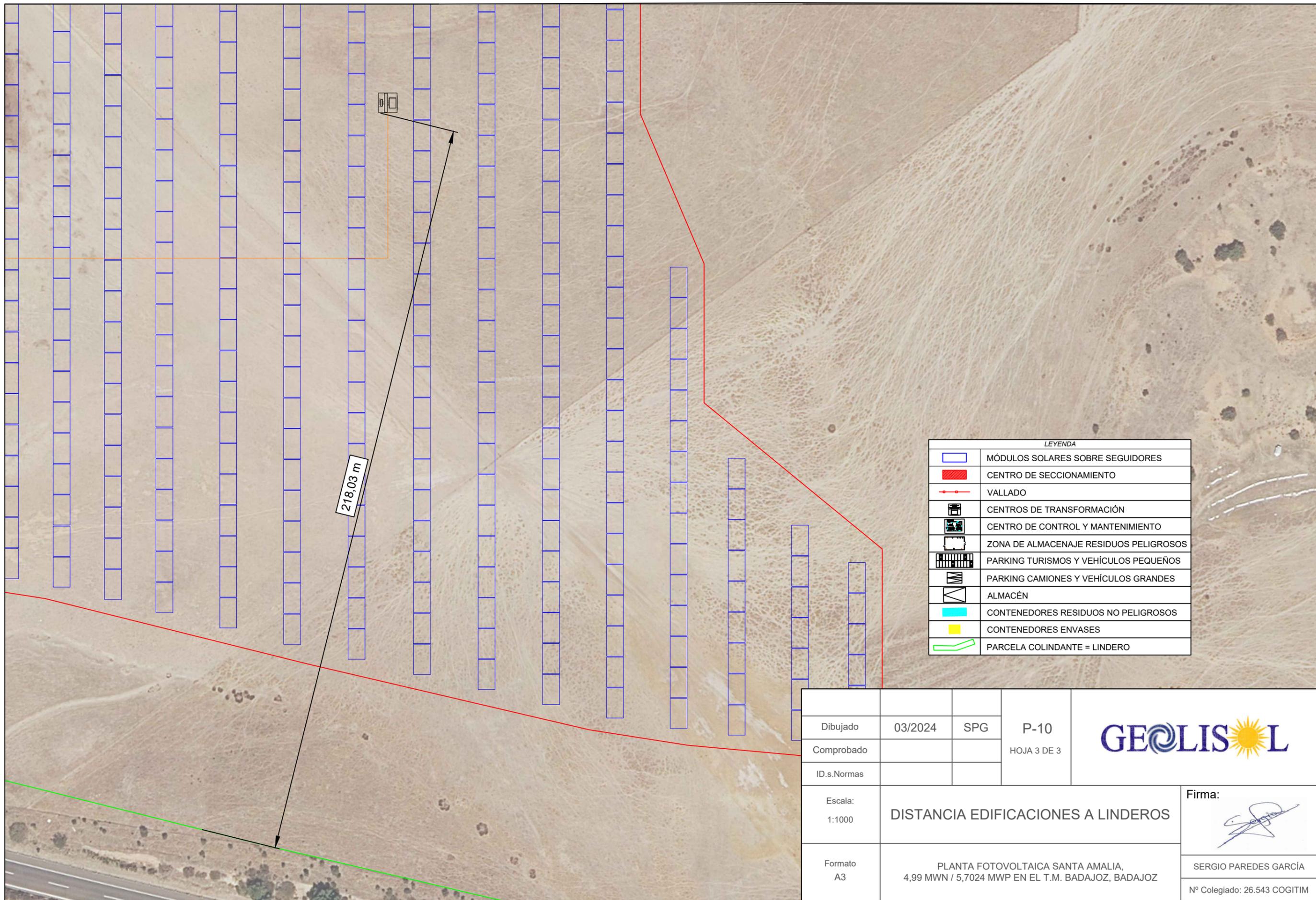
JUSTO

139,23 m

LEYENDA

	MÓDULOS SOLARES SOBRE SEGUIDORES
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
	VALLADO
	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
	CENTRO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO
	ZONA DE ALMACENAJE RESIDUOS PELIGROSOS
	PARKING TURISMOS Y VEHÍCULOS PEQUEÑOS
	PARKING CAMIONES Y VEHÍCULOS GRANDES
	ALMACÉN
	CONTENEDORES RESIDUOS NO PELIGROSOS
	CONTENEDORES ENVASES
	PARCELA COLINDANTE = LINDERO

Dibujado	03/2024	SPG	P-10	
Comprobado			HOJA 2 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	DISTANCIA EDIFICACIONES A LINDEROS			Firma:
1:750				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWN / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM



**LEYENDA**

	MÓDULOS SOLARES SOBRE SEGUIDORES
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
	VALLADO
	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
	CENTRO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO
	ZONA DE ALMACENAJE RESIDUOS PELIGROSOS
	PARKING TURISMOS Y VEHÍCULOS PEQUEÑOS
	PARKING CAMIONES Y VEHÍCULOS GRANDES
	ALMACÉN
	CONTENEDORES RESIDUOS NO PELIGROSOS
	CONTENEDORES ENVASES
	PARCELA COLINDANTE = LINDERO

Dibujado	03/2024	SPG	P-10	
Comprobado			HOJA 3 DE 3	
ID.s.Normas				
Escala:	<b>DISTANCIA EDIFICACIONES A LINDEROS</b>			Firma:
1:1000				
Formato	PLANTA FOTOVOLTAICA SANTA AMALIA, 4,99 MWn / 5,7024 MWP EN EL T.M. BADAJOZ, BADAJOZ			SERGIO PAREDES GARCÍA
A3				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM