

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LÍNEA
SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN
ADAR PUERTO DE SANTA MARÍA
49,9 MWp / 45 MWn



SAN MARTÍN DEL TESORILLO, CÁDIZ
Titular: ADAR ENERGÍA S.L.

04/12/2020

ÍNDICE GENERALDOCUMENTO 1. MEMORIA

| | |
|--|----|
| 1. ANTECEDENTES Y OBJETO. | 7 |
| 1.1. ANTECEDENTES. | 7 |
| 1.2. OBJETO. | 7 |
| 1.3. TITULAR DE LA INSTALACIÓN. | 9 |
| 1.4. PRINCIPALES DATOS DE LA INSTALACIÓN. | 9 |
| 1.5. MARCO REGULATORIO Y NORMATIVA APLICABLE. | 15 |
| 1.6. 1.6 INTRODUCCIÓN A LA ENERGIA SOLAR. | 18 |
| 1.6.1. La energía solar y el Plan de Fomento de la Energías Renovables. | 18 |
| 1.6.2. Fundamentos de los sistemas de conexión a red. | 19 |
| 2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA. | 21 |
| 2.1. EMPLAZAMIENTO. | 21 |
| 2.1.1. Ubicación de la instalación. | 21 |
| 2.1.2. Datos geográficos, radiación y temperatura. | 23 |
| 2.2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO GENERADOR. | 24 |
| 2.2.1. Módulos fotovoltaicos. | 25 |
| 2.2.2. Inversor de conexión a red. | 26 |
| 2.2.3. Estructura soporte. | 27 |
| 2.2.4. Sistema de monitoreo y telegestión. | 28 |
| 2.2.5. Sistema de Seguridad. | 29 |
| 2.2.6. Protecciones, cableado y puesta a tierra. | 29 |
| 2.2.7. Medida y Caja General de Protección. | 31 |
| 2.3. OBRA CIVIL. | 31 |
| 3. MEMORIA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. | 34 |
| 3.1. POTENCIA INSTALADA EN KVA. | 35 |
| 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES. | 35 |
| 3.2.1. Edificio prefabricado 0,80/45 kV de 5.000 / 2.500 kVAs Dy11. | 35 |
| 3.2.2. Cabinas de Media Tensión. | 37 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.2.3. | Transformador Elevador 0,8/45 kV | 42 |
| 4. | LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN..... | 43 |
| 4.1. | Línea Subterránea de Evacuación (entre Centro de Seccionamiento y Subestación)..... | 43 |
| 4.1.1. | REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES..... | 44 |
| 4.1.2. | TITULAR Y PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN..... | 45 |
| 4.1.3. | EMPLAZAMIENTO..... | 45 |
| 4.1.4. | TRAZADO..... | 45 |
| 4.1.5. | CRUZAMIENTO Y PARALELISMOS..... | 48 |
| 4.1.6. | ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE INTALACIONES DE ALTA TENSIÓN. 50 | |
| 4.1.7. | CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR | 51 |
| 4.1.8. | Empalmes..... | 52 |
| 4.1.9. | Cálculos eléctricos..... | 53 |
| 4.1.10. | Canalización..... | 54 |
| 4.1.1. | Arquetas..... | 54 |
| 4.1.2. | PLANIFICACIÓN..... | 55 |
| 4.2. | LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN DE CONEXIÓN ENTRE CTs Y CSs..... | 55 |
| 4.2.1. | DESCRIPCIÓN | 55 |
| 5. | MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO | 58 |
| 6. | CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS..... | 59 |
| 6.1. | Cálculos de Cables de Baja Tensión CC y CA | 59 |
| 6.1.1. | Introducción | 59 |
| 6.1.2. | Alcance..... | 59 |
| 6.1.3. | Códigos y normas aplicables..... | 59 |
| 6.1.4. | Datos iniciales..... | 61 |
| 6.1.5. | Bases de diseño | 63 |
| A. | Capacidad de carga..... | 63 |
| B. | Caída de tensión:..... | 64 |
| 6.1.6. | Detalles de diseño..... | 65 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 6.1.7. | Suposiciones..... | 66 |
| 6.1.8. | Condiciones de instalación..... | 66 |
| 6.1.9. | Procedimiento de cálculo..... | 67 |
| 6.2. | Cálculos de Cables de Media Tensión..... | 74 |
| 6.2.1. | Introducción..... | 74 |
| 6.2.2. | Alcance..... | 74 |
| 6.2.3. | Códigos y normal aplicables..... | 75 |
| 6.2.4. | Datos iniciales..... | 76 |
| 6.2.5. | Bases de Diseño..... | 76 |
| 6.2.6. | Detalles de Diseño..... | 78 |
| 6.2.7. | Condiciones de Diseño..... | 78 |
| 6.2.8. | Procedimiento de Cálculo..... | 79 |
| 6.3. | CENTROS DE TRANSFORMACIÓN..... | 86 |
| 6.3.1. | Intensidad del lado de alta tensión..... | 86 |
| 6.3.2. | Intensidad del lado de baja tensión..... | 87 |
| 6.3.3. | Cortocircuitos..... | 87 |
| 6.3.4. | Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra..... | 88 |
| 6.4. | Cálculo del generador..... | 95 |
| 6.4.1. | Alcance..... | 95 |
| 6.4.2. | Cálculo del Generador..... | 97 |
| 6.5. | ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS..... | 99 |
| 6.6. | ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA..... | 99 |
| 6.7. | BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES..... | 101 |
| 7. | DOCUMENTACIÓN TÉCNICA..... | 102 |
| 7.1. | MÓDULOS FOTOVOLTAICOS..... | 102 |
| 7.2. | INVERSOR DE CONEXIÓN A RED..... | 103 |
| 7.3. | CENTROS DE TRANSFORMACIÓN..... | 105 |
| 7.3.1. | Celda de 45 kV..... | 105 |
| 7.4. | CABLEADO BAJA TENSIÓN..... | 106 |

| | |
|--|-----|
| 7.4.1. CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA..... | 106 |
| 7.4.2. CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA. | 107 |
| 7.5. CABLEADO MEDIA TENSIÓN. | 109 |

DOCUMENTO 2. TABLAS DE CÁLCULO

1. CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINUA
2. CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA
3. CÁLCULOS DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN

DOCUMENTO 3. PLAN DE EJECUCIÓN.

DOCUMENTO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 6. PRESUPUESTO GENERAL.

DOCUMENTO 7. GESTIÓN DE RESIDUOS.

DOCUMENTO 8. PLANOS.

DOCUMENTO 1

MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y OBJETO.

1.1. ANTECEDENTES.

De acuerdo a lo dispuesto en el R.D. 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, se solicitó en primera instancia el punto de acceso a REE en el nudo Pinar del Rey para 3 (tres) plantas fotovoltaicas, siendo ésta la primera coordinada, y con posterioridad en segunda instancia se realizó para 5 (cinco) plantas fotovoltaicas más, comprendiendo éstas la segunda coordinada, debido al volumen de generación conectada e informada en el nudo de afección. En concreto el proyecto presente se ocupa de la planta denominada "*Planta Solar FV ADAR Puerto De Santa María, de 49,9 MWp / 45 MWn y Línea de Evacuación de MT*", comprendida dentro de la solicitud de la primera coordinada.

En fecha 21 de Enero de 2020 se recibió el IVA por parte de REE referente a la primera coordinada, en el que se concedía acceso al nudo por una potencia de 49,90 MWp instalados y 45 MW nominales.

Para dar respuesta a dicha carta de punto de conexión, así como para la obtención de las preceptivas autorizaciones, en particular, la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción se redacta el presente proyecto de ejecución de la planta solar fotovoltaica.

1.2. OBJETO.

El objeto de este documento es presentar el Proyecto Técnico Administrativo del proyecto solar denominado "*Proyecto Técnico Administrativo Solar Fotovoltaica ADAR Puerto De Santa María de 49,9MWp/45MWn y Línea de Evacuación de MT*", situada en el término municipal de San Martín del Tesorillo en la provincia de Cádiz.

El presente documento servirá de base para solicitar, de parte de la Consejería de Innovación Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, la Autorización Administrativa, según marca en su apartado 2.3 la Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

Igualmente, el presente proyecto básico se utilizará como documentación técnica básica en cuanto a la tramitación del punto de acceso a la red según el 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.

Entre otros, se describe el emplazamiento donde se pretende ubicar la instalación, las características y condiciones de seguridad de la planta fotovoltaica y los centros de transformación asociados, así como la producción energética anual prevista y todos aquellos planos necesarios para una adecuada descripción de la instalación.

Adicionalmente y como parte de la memoria de la instalación, se presentan los cálculos justificativos de la solución adoptada y la documentación técnica de los principales equipos empleados.

Del mismo modo, se describe y justifica en este documento la Línea Subterránea de Media Tensión o Línea de Evacuación que sirve como evacuación de la energía generada en la planta hacia la nueva SE Promotores Pinar del Rey.

Las infraestructuras a las que se refiere este proyecto se componen de las siguientes partes:

Infraestructura Eléctrica

- Módulos fotovoltaicos.
- Conexión eléctrica de los módulos, adecuación de la corriente y conexión con la red eléctrica.
- Inversores Multistring usados
- Powerblocks o Centros de Transformación y Seccionamiento
- Red de tierras de la planta fotovoltaica.
- Red de Media Tensión interior a la Planta Fotovoltaica
- Línea Subterránea de Media Tensión entre la Planta y la Subestación Colectora

Infraestructuras De Obra Civil

- Accesos y adecuación de la superficie.
- Caminos interiores.
- Cimentación de la estructura soporte fija.
- Canalizaciones de baja y media tensión y arquetas.
- Excavación para cimentación de centros de transformación y centro de seccionamiento.
- Vallado perimetral del emplazamiento.
- Cimentaciones del sistema de seguridad.

1.3. TITULAR DE LA INSTALACIÓN.

La sociedad promotora titular de la instalación es:

Nombre: ADAR ENERGÍA, S.L.

- Domicilio: C/ José Jesús García Díaz 2, Planta 1ª, módulo 4, 41020, Sevilla
- C.I.F. B93690519

Considerándose la anterior como dirección a efectos de notificaciones.

1.4. PRINCIPALES DATOS DE LA INSTALACIÓN.

Los principales datos de la instalación a modo de resumen son los siguientes:

Nombre del proyecto: *Proyecto Técnico Administrativo Planta Solar Fotovoltaica ADAR Puerto de Santa María de 49,9MWp/45MWN y Línea de Evacuación de MT.*

Emplazamiento

Emplazamiento: San Martín del Tesorillo (Cádiz)

Coordenadas (30S):

- Coordenadas UTM X: 285278
- Coordenadas UTM Y: 4027422

Código Postal: 11340

Superficie ocupada 180,69 hectáreas

Módulos y potencia total de la instalación

- Potencia unitaria módulos fotovoltaicos: 585 Wp
- Número de módulos: 85.296
- Potencia total pico de la instalación: 49.900 kWp
- Potencia total nominal de la instalación: 45.000 kWn

Configuración eléctrica del generador

Subconjunto 1:

Número de módulos en serie: 24 módulos

- Número de serie por inversor: 14
- Número de inversores: 210
- Número total de series: 2940

Estructura soporte

- Estructura soporte: Estructura fija con dos posiciones (Invierno – Verano).
- Tipo de seguimiento: Sin seguimiento
- Configuración de la estructura: 1PV
- Inclinación: 49° invierno, 13° verano

Inversores fotovoltaicos

- Potencia unitaria inversor fotovoltaico: 175 kW (capado, nominal 185 kW)
- Número de inversores: 210
- Potencia nominal de la instalación: 41,27 MWn
- Se instalará un PPCBox que controle la producción. Ver apartado “Documentación Técnica”
- Tensión máxima en Corriente Continua: 1.500 Vdc
- Tensión máxima de Corriente Alterna: 800 Vac

Subconjunto 2:

Número de módulos en serie: 24 módulos

- Número de serie por inversor: 13
- Número de inversores: 46
- Número total de series: 598

Estructura soporte

- Estructura soporte: Estructura fija con dos posiciones (Invierno – Verano).
- Tipo de seguimiento: Sin seguimiento
- Configuración de la estructura: 1PV
- Inclinación: 49° invierno, 13° verano

Inversores fotovoltaicos

- Potencia unitaria inversor fotovoltaico: 175 kW (capado, nominal 185 kW)
- Número de inversores: 46
- Potencia nominal de la instalación: 8,05 MWn
- Se instalará un PPCBox que controle la producción. Ver apartado "Documentación Técnica"
- Tensión máxima en Corriente Continua: 1.500 Vdc
- Tensión máxima de Corriente Alterna: 800 Vac

Subconjunto 3:

Número de módulos en serie: 24 módulos

- Número de serie por inversor: 2
- Número de inversores: 46
- Número total de series: 92

Estructura soporte

- Estructura soporte: Estructura fija con dos posiciones (Invierno – Verano).
- Tipo de seguimiento: Sin seguimiento
- Configuración de la estructura: 1PV
- Inclinación: 49° invierno, 13° verano

Inversores fotovoltaicos

- Potencia unitaria inversor fotovoltaico: 100 kW (capado, nominal 185 kW)
- Número de inversores: 2
- Potencia nominal de la instalación: 8,05 MWn
- Se instalará un PPCBox que controle la producción. Ver apartado "Documentación Técnica"
- Tensión máxima en Corriente Continua: 1.500 Vdc
- Tensión máxima de Corriente Alterna: 800 Vac

Centros de transformación

Se instalarán un total de 10 Centros de Transformación, de los cuales 9 unidades son de potencia unitaria 5000 kVA, y 1 unidad de 2500 kVA, repartidos del siguiente modo:

PLANTA FOTOVOLTAICA ADAR 49,9 MWP / 45MWN

| C.T. | Rel. Trans. | Potencia instalada | Potencia nominal | Nº inversores | Potencia Unitaria inversor |
|-------|-------------|--------------------|------------------|----------------|----------------------------|
| 1 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| 2 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| 3 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| 4 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| 5 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| 6 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| 7 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| 8 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| 9 | 0,8/45 kV | 2500 kVA | 2275 kVA | 13 | 175 kW |
| | | | 100 kVA | 2 | 175 kW |
| 10 | 0,8/45 kV | 5000 kVA | 4725 kVA | 27 | 175 kW |
| TOTAL | | | 45.000 MW | 258 inversores | |

Tabla 1. Resumen de Potencias e Inversores por Centro de Transformación

| CONFIGURACIÓN MEDIA TENSIÓN | | | |
|--|------------------|--------------------|----------------|
| Potencias de Trafos (kVA) | 5000 | 2500 | |
| Nº de inversores por Trafo | 27 | 13 | 2 |
| Potencia del inversor asociado (kW) | 175 | 175 | 100 |
| Potencia unitaria por trafo (kW) | 4725 | 2275 | 200 |
| Nº de CTs por potencia | 9 | 1 | |
| Nº total de CTs en la planta | 10 | | |
| Potencia total por tipo de CTs (MW) | 42525 | 2475 | |
| Nº de circuitos de MT | 4 | | |
| Distribución de Circuitos | Circuito 1 de MT | CT01 + CT02 + CT06 | 5000+5000+5000 |
| | Circuito 2 de MT | CT04 +CT03 +CT05 | 5000+5000+5000 |
| | Circuito 3 de MT | CT07 +CT08 | 5000+5000 |
| | Circuito 4 de MT | CT10 +CT09 | 5000+2500 |

Tabla 2. Configuración de Media Tensión

Líneas subterráneas de media tensión

Se definen hasta circuitos de media tensión en 45 kV que cosen entre sí los distintos CTs y conectan el último de ellos con el Centro de Seccionamiento.

- Número de líneas: 4
- Tensión de las líneas: 45 kV
- Tipo de Cable: RHZ1
- Conductor: Aluminio
- Aislamiento: 26/45 kV

Circuito 1 de Media Tensión

- Inicio/Fin: CT01 / Centro de Seccionamiento
- Tramos
 - CT01-CT02
 - CT02-CT06
 - CT06-CS
- Secciones de cable:
 - CT01-CT02 → 240 mm²
 - CT02-CT06 → 240 mm²
 - CT06-CS → 240 mm²

Circuito 2 de Media Tensión

- Inicio/Fin: CT04 / Centro de Seccionamiento
- Tramos
 - CT04-CT03
 - CT03-CT05
 - CT05-CS
- Secciones de cable:
 - CT04-CT03 → 240 mm²
 - CT03-CT05 → 240 mm²
 - CT05-CS → 240 mm²

Circuito 3 de Media Tensión

- Inicio/Fin: CT07 / Centro de Seccionamiento
- Tramos
 - CT07-CT08
 - CT08-CS
- Secciones de cable:
 - CT07-CT08 → 240 mm²
 - CT08-CS → 240 mm²

Circuito 4 de Media Tensión

- Inicio/Fin: CT10 / Centro de Seccionamiento
- Tramos
 - CT10-CT09
 - CT09-CS
- Secciones de cable:
 - CT10-CT09 → 240 mm²
 - CT09-CS → 240 mm²

Centro de seccionamiento

Se instalará 1 centro de seccionamiento en edificio prefabricado, en la zona más cercana posible a la Subestación colectora, el cual irá dotado como mínimo de:

- 3 celdas de línea de entrada, 1 para cada circuito de MT de llegada, dotada como mínimo con interruptor seccionador.
- 1 celdas de línea de salida a Subestación, dotada de protección con interruptor automático.
- 1 celda de protección con fusibles y trafo de SS.AA.

1.5. MARCO REGULATORIO Y NORMATIVA APLICABLE.

Para la elaboración del presente proyecto se ha tenido en cuenta toda la normativa y reglamentación aplicable a este tipo de sistemas de aprovechamiento de fuentes de energía de origen renovable, así como la normativa general de aplicación en este tipo de proyectos y todas las actualizaciones que les afecten:

- Real Decreto 337/2014, Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- 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.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- 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.
- 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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.
- 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. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía. Decreto de 12 marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de julio.
- 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.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.

- Normas UNE / IEC.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202

- *Centros de Transformación prefabricados.*

NBE-X

- *Normas básicas de la edificación.*
- *Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:*

CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1

- *Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.*

CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X

- *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.*

CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200

- *Aparataje bajo envoltorio metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.*

CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102

- *Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.*

CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103

- *Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.*

CEI 62271-100 UNE-EN 62271-100

- *Interruptores automáticos de corriente alterna para tensiones superiores a 1 kV.*

CEI 60255-X-X UNE-EN 60255-X-X

- *Relés eléctricos.*

UNE-EN 60801-2

- Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

1.6. 1.6 INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR.

1.6.1. La energía solar y el Plan de Fomento de la Energías Renovables.

El aprovechamiento energético del sol, directo o indirecto, de forma natural o artificial ha sido una constante de la humanidad en sus estructuras agrícola, urbana, industrial, etc. Aumentar el campo de actuación en la energía solar llevando su aplicación a sistemas más dinámicos y directos, constituye un objetivo del que se ha tomado conciencia en épocas más recientes.

La energía solar como fuente energética presenta como características propias una elevada calidad energética con nulo impacto ecológico e inagotable a escala humana. Como dificultades principales asociadas al aprovechamiento de este tipo de energía cabe destacar la variabilidad con la que esta energía llega a la tierra como consecuencia de aspectos geográficos, climáticos y estacionales.

La electricidad y los combustibles procedentes del petróleo (gas natural, gas ciudad, gas butano, gas propano, gasolina, gasóleo, etc.) debido a la crisis energética cada día son más caros y además llegará el día que quedarán agotados.

Basta solo un dato, para convencerse de la cantidad de energía procedente del Sol que nos llega y que desgraciadamente está siendo muy poco aprovechada. "En un segundo, el Sol irradia una energía de $4 \cdot 10^{26}$ julios es decir una potencia de $4 \cdot 10^{23}$ kilovatios". Este enorme calor irradiado proviene de las reacciones nucleares de fusión entre los átomos de hidrógeno para formar helio.

En los próximos años se prevé una gran demanda de uso de la energía solar impuesta por el contexto que tratan de desarrollar las políticas energéticas materializadas en diferentes planes de actuación a nivel europeo, nacional y regional.

El Plan de Fomento de la Energías Renovables establece el entorno de desarrollo de las energías renovables en España. Este Plan marca como objetivo general conseguir que en el año 2020 el 20% del total de la energía consumida en España tenga su origen en fuentes renovables, lo cual requiere incrementar enormemente la participación porcentual actual de este tipo de energías en el sistema energético nacional.

1.6.2. Fundamentos de los sistemas de conexión a red

La instalación fotovoltaica objeto de este estudio será una instalación conectada a la red eléctrica. Entre todas las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, los sistemas de conexión a la red eléctrica son los que han experimentado una mayor expansión en los últimos años. Estos sistemas se caracterizan por su simplicidad constructiva, la generación de energía eléctrica de forma silenciosa y no contaminante, su larga duración, gran fiabilidad y poco mantenimiento.

Su principio de funcionamiento es muy simple:

Generación Eléctrica: El generador fotovoltaico (conjunto de módulos conectados eléctricamente entre sí) se encarga de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una intensidad en corriente continua proporcional a la radiación solar incidente.

Adecuación de la Energía Generada: No es posible inyectar la energía producida por los módulos directamente en la red eléctrica, ya que previamente debe ser transformada a corriente alterna. Esta función es realizada por unos equipos llamados inversores o convertidores de corriente CC/CA, generando a su salida una corriente de la misma frecuencia y tensión que la red eléctrica, y por consiguiente, aptas para ser consumidas por cualquier usuario.

Conexión Eléctrica y Venta de la Energía Generada: Una vez transformada por los inversores y posteriormente por los centros de transformación en alta tensión (en su caso), toda la producción de la instalación será inyectada a la red de la Empresa Distribuidora (E.D.), con las ventajas económicas y medioambientales que esto supone. A partir de la publicación de la normativa de aplicación, cualquier productor de energía eléctrica mediante energía solar tiene el derecho de vender su producción al mercado eléctrico a un precio por kWh en función de las condiciones del mercado eléctrico en cada momento lo cual permite, en periodos razonables, amortizar la instalación.

Es necesario entonces contabilizar toda la energía eléctrica inyectada a la red mediante un contador de energía situado entre los equipos (inversor o centro de transformación) y la red de la E.D., lo más próximo posible a la misma. También es necesario instalar un contador de entrada de energía, o bien uno bidireccional, con el fin de contabilizar el posible consumo de la instalación, en los periodos de funcionamiento en modo de stand-by ó de no-radiación.



Figura 1. Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a Red.

Junto con los componentes principales, el sistema cuenta con otros como la estructura soporte de los módulos, los circuitos eléctricos en corriente continua y alterna, las protecciones eléctricas del campo solar, así como el sistema de control y medida del sistema.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.

2.1. EMPLAZAMIENTO.

2.1.1. Ubicación de la instalación.

La planta fotovoltaica definida en el presente proyecto se encuentra situada en el término municipal de San Martín del Tesorillo, provincia de Cádiz. Los datos de ubicación del emplazamiento son:

- Comunidad Autónoma: Andalucía
- Provincia: Cádiz
- Municipio: San Martín del Tesorillo
- Coordenadas (30S):
 - Coordenadas UTM X: 285278
 - Coordenadas UTM Y: 4027422
 - Código Postal: 11340

Ocupación total: 180,69 Hectáreas

| Ref. Catastral | Polígono / Parcela | Has brutas | Has brutas total | Has netas total |
|----------------------|------------------------|------------|------------------|-----------------|
| 11021A013000260000DI | Polígono 13 Parcela 26 | 180,6921 | 180,6921 | 41,1560 |

Tabla 3. Ocupación parcelaria total

A continuación, se muestran dos fotos de la localización del emplazamiento.



Figura 2. Ubicación de San Martín del Tesorillo, Cádiz

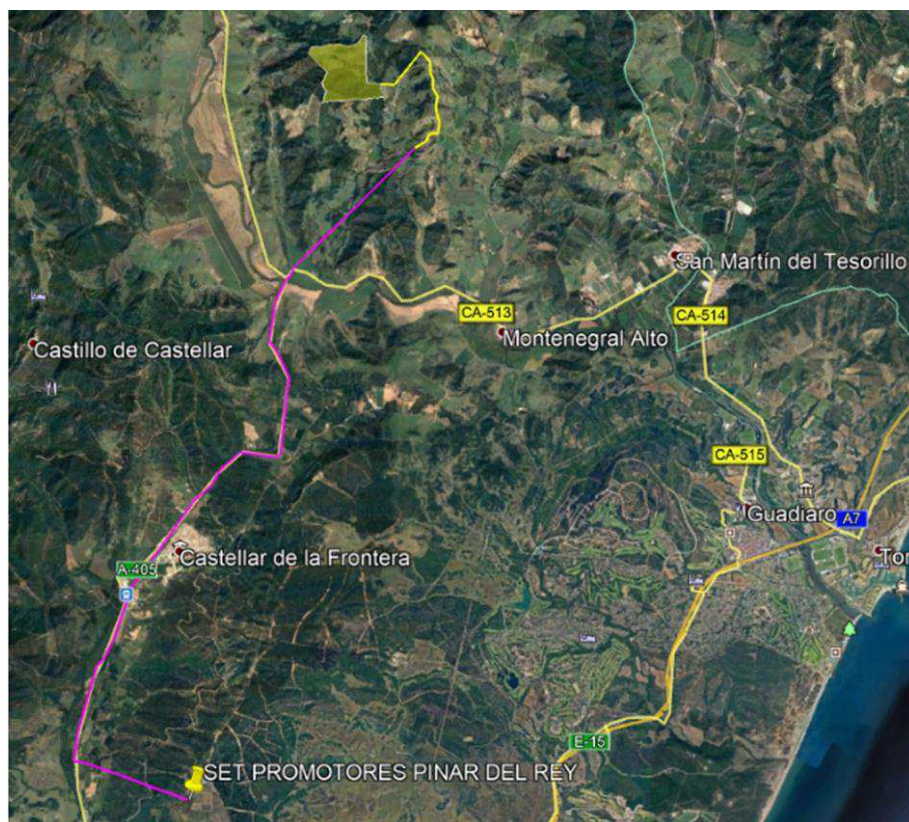


Figura 3. Localización de Planta Fotovoltaica y Línea de Evacuación de MT

Se trata de varias parcelas rústicas de uso agrícola con una superficie de 180,69 hectáreas brutas, de las cuales aproximadamente 41,16 son hectáreas netas.

Accesos al emplazamiento.

Se accede desde la localidad de San Martín del Tesorillo a través de la carretera CA-513, tomando luego el desvío hacia el monasterio de San Martín y la Finca Montenegral

2.1.2. Datos geográficos, radiación y temperatura.

Los datos de radiación utilizados corresponden a los de la base Meteororm 7.2 para plano horizontal, que representa el fruto de años de trabajo de diversos Organismos y Centros de Investigación de un número considerable de países.

En la siguiente tabla se muestran la latitud y longitud del emplazamiento además de los valores mensuales medios de radiación (kWh/ m²) y temperatura para población cercana San Pablo de Buceite.

FV_PINAR_DEL_REY_49.90MWp45MW_JK585M_175kWx256+100kWx2
Balances y resultados principales

| | GlobHor kWh/m ² | DiffHor kWh/m ² | T_Amb °C | GlobInc kWh/m ² | GlobEff kWh/m ² | EArray MWh | E_Grid MWh | PR |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| Enero | 85.9 | 30.66 | 11.48 | 143.2 | 134.6 | 6329 | 6248 | 0.874 |
| Febrero | 90.5 | 42.58 | 12.62 | 132.7 | 127.3 | 5931 | 5852 | 0.884 |
| Marzo | 148.2 | 55.81 | 14.90 | 220.2 | 211.5 | 9648 | 9513 | 0.866 |
| Abril | 181.6 | 61.13 | 16.36 | 260.3 | 251.4 | 11242 | 11074 | 0.853 |
| Mayo | 225.5 | 68.06 | 19.34 | 313.8 | 303.8 | 13407 | 13203 | 0.843 |
| Junio | 244.7 | 56.86 | 22.49 | 338.0 | 330.5 | 14338 | 14109 | 0.837 |
| Julio | 252.7 | 49.33 | 24.58 | 356.1 | 348.4 | 14924 | 14681 | 0.826 |
| Agosto | 222.5 | 54.50 | 24.54 | 323.4 | 311.3 | 13429 | 13215 | 0.819 |
| Septiembre | 164.5 | 53.69 | 21.80 | 240.9 | 232.8 | 10246 | 10090 | 0.839 |
| Octubre | 128.6 | 44.47 | 18.99 | 194.9 | 187.8 | 8460 | 8340 | 0.857 |
| Noviembre | 92.4 | 29.39 | 14.79 | 153.5 | 144.4 | 6670 | 6580 | 0.859 |
| Diciembre | 71.3 | 27.95 | 12.58 | 119.2 | 110.4 | 5168 | 5100 | 0.857 |
| Año | 1908.5 | 574.44 | 17.91 | 2796.4 | 2694.2 | 119793 | 118006 | 0.846 |

Tabla 4. Balance y Resultados principales

2.2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO GENERADOR.

El campo fotovoltaico estará constituido por un determinado número de ramas de módulos fotovoltaicos conectados en serie hasta alcanzar la tensión de trabajo del inversor de conexión a red elegido, y estas a su vez, conectadas en paralelo hasta alcanzar la intensidad de trabajo del mismo. Los módulos fotovoltaicos se situarán sobre una estructura soporte fija con dos posiciones, una para verano y otra para invierno, tal que maximice la captación solar disponible.

Dadas las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos e inversores seleccionados (mostradas en el apartado de "Documentación Técnica") se ha optado por un generador fotovoltaico dividido en tres subconjuntos (subconjunto 1, 2 y 3) formado respectivamente por 3538 strings de 24 módulos fotovoltaicos en serie, que serán distribuidos en 256 inversores de 175 kW nominales y 8 strings de 24 módulos fotovoltaicos en serie, que serán distribuidos en 2 inversores de 100 kW.

La potencia nominal de la instalación está definida por la suma de la potencia nominal de los inversores de cada subconjunto. Presentando una potencia nominal de cada subconjunto de 36,75 MW_n, 8,05MW_n y 0,2 MW_n respectivamente, siendo la potencia nominal total del sistema de 45 MW_{ac} (y una potencia pico instalada de 49,9 MW_{dc}).

De esta forma las características eléctricas del sistema fotovoltaico son las que se describen a continuación para cada subconjunto:

Subconjunto 1:

| | Nº inversores | Strings por inversor | Módulos en serie por string | Potencia pico (kWp) |
|---------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Configuración por inversor | 1 | 14 | 24 | 196,56 |
| Configuración total de la instalación | 210 | 14 | 24 | 41.270 |

Tabla 5. Configuración de Potencia Subconjunto 1

Subconjunto 2:

| | Nº inversores | Strings por inversor | Módulos en serie por string | Potencia pico (kWp) |
|---------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Configuración por inversor | 1 | 13 | 24 | 182,52 |
| Configuración total de la instalación | 46 | 13 | 24 | 8395 |

Tabla 6. Configuración de Potencia Subconjunto 2

Subconjunto 3:

| | Nº inversores | Strings por inversor | Módulos en serie por string | Potencia pico (kWp) |
|---------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Configuración por inversor | 1 | 8 | 24 | 112,32 |
| Configuración total de la instalación | 2 | 8 | 24 | 224,64 |

Tabla 7. Configuración de Potencia Subconjunto 3

Se instalarán un total de 85.296 módulos de la planta fotovoltaica.

2.2.1. Módulos fotovoltaicos.

El módulo fotovoltaico a utilizar será el modelo JKM585N-7RL3-V STC de la firma JINKO Solar o de similares características y tendrá una potencia pico (potencia nominal de módulos en condiciones estándar de medición, 1000 W/m² y 25° C de temperatura) de 585 W. El módulo fotovoltaico estará fabricado con células de silicio Monocristalino. Las características físicas y eléctricas de este módulo se resumen la tabla que se muestra a continuación:

| DATOS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO | | |
|--------------------------------|------------------------|--------|
| Fabricante | JINKO Solar | |
| Modelo | JKM585N-7RL3-V | |
| Tipo de célula | Silicio monocristalino | |
| CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS | | |
| | Valor | Unidad |
| Potencia nominal (STC) | 585 | Wp |
| Tolerancia | 0 / + 3 | W |
| Intensidad cortocircuito (STC) | 13,91 | A |
| Tensión circuito abierto (STC) | 53,42 | V |

PLANTA FOTOVOLTAICA ADAR 49,9 MWP / 45MWN

| | | |
|---|----------------------|-------|
| Intensidad punto máxima potencia (STC) | 13,23 | A |
| Tensión punto máxima potencia (STC) | 44,22 | V |
| Eficiencia del módulo (STC) | 21,40 | % |
| PARÁMETROS TÉRMICOS | | |
| NOCT | 45 +-2 | °C |
| Coeficiente de Tª de intensidad cortocircuito | 0,048 | % / K |
| Coeficiente de Tª de tensión circuito abierto | -0,28 | % / K |
| Coeficiente de Tª de la potencia | -0,35 | % / K |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | | |
| Longitud del módulo | 2.411 | mm |
| Anchura del modulo | 1.134 | mm |
| Profundidad del módulo | 35 | mm |
| Peso | 31,1 | kg |
| OTRAS CARACTERÍSTICAS | | |
| Certificaciones | IEC 61215, IEC 61730 | |
| Nota: (STC). Standard test conditions. 1000 W/m ² , 1,5 AM, 25°C | | |

Tabla 8. Características del Módulo Fotovoltaico

En apartado de “Documentación Técnica” del presente documento se incluyen las características generales del módulo fotovoltaico.

2.2.2. Inversor de conexión a red.

El inversor de conexión a red tiene la misión de adaptar la tensión y la corriente procedente del campo fotovoltaico a las condiciones de funcionamiento de la red a la que se conecta la planta fotovoltaica.

El inversor que se instalará será el modelo SUM2000-185KTL-H1 con potencia unitaria nominal de 185 kW a 25°, de la marca Huawei o de similares características. No obstante, los inversores son limitados a 175 y 100 kW, de modo que se consigue un reparto equilibrado para llegar a los 45 MWn.

El inversor cumple con la normativa aplicable en referencia a reglamento de carácter eléctrico, disponiendo para su cumplimiento de todas las protecciones necesarias.

Entre estas protecciones se encuentran las que se resumen a continuación:

- 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, protección anti-isla.
- Protección para interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um, respectivamente).
- Rearme automático de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora.

Otras protecciones que incluye el inversor son las siguientes:

- Protección contra sobretensiones en AC, DC.
- Fusibles de protección general a la entrada.
- Interruptor general a la salida del inversor.
- Protección de puesta a tierra GFDI y dispositivo de control de aislamiento.

Las características eléctricas más significativas del inversor son las que se muestran a continuación:

| DATOS DEL INVERSOR | | |
|-------------------------------|---------------------|-----|
| Fabricante | Huawei | |
| Modelo | SUN2000-185KTL-H1 | |
| CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS | | |
| ENTRADA | | |
| Potencia nominal | 185 (175 / 100) | kW |
| Vmin MPP | 500 | Vcc |
| Vmax MPP | 1.500 | Vcc |
| Vmax | 1.500 | Vcc |
| Imax cc | 40 | A |
| SALIDA | | |
| Vnom | 800 | Vac |
| Inom (25°C) | 134,9 | A |
| Rendimiento europeo | 98,69 % | |
| Factor de potencia | 0,8 LG... 0,8 LD | |
| Distorsión armónica | < 3% | |
| CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS | | |
| Grado de protección | IP66 | |
| Dimensiones (m) | 1,035 x 0,7 x 0,365 | |

Tabla 9. Características técnicas del inversor

El inversor estará situado en una bancada exterior compacta o fijado a la propia estructura de soporte y será del tipo intemperie (outdoor).

Las características técnicas y físicas del inversor seleccionada se encuentran detalladas en el apartado "Documentación Técnica" del presente documento.

2.2.3. Estructura soporte.

Los paneles fotovoltaicos de la instalación se situarán sobre una estructura de soporte capaz de adoptar dos posiciones fijas, destinadas una de ellas al periodo estival y otra al invernal.

La posición estival posicionará los paneles con una inclinación sur de 13°, mientras que la invernal lo hará a 49° sur.

Estarán diseñadas para resistir el peso propio de los módulos y las sobrecargas de viento y de nieve según la norma NBE-AE-88. El material utilizado para su construcción será acero galvanizado en caliente, con lo que la estructura estará protegida contra la corrosión.

El modelo de fijación garantizará las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

La estructura soporte constará de un conjunto de perfiles metálicos que servirán de soporte a los módulos. Las características básicas de la estructura utilizada para el diseño de la instalación se adjuntan en la siguiente tabla:

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | |
|-----------------------------|---|
| Orientación | Sur |
| Inclinación | Doble posición: 13° / 49° |
| Tipo | Fija |
| Configuración | 1PV |
| Material | Estructura de acero conformado laminado en caliente |
| Velocidad máxima del viento | 120m/s |

Tabla 10. Características técnicas de la estructura de soporte

2.2.4. Sistema de monitoreo y telegestión.

Se instalará un sistema de monitoreo con medida y seguimiento de:

- Producción de los inversores.
- Medidas de radiación solar y temperatura.
- Producción registrada en contadores.
- Alarmas y sistemas de vigilancia.

Se acoplará el sistema de medida con los inversores mediante comunicación por cable (Ethernet).

El sistema de medida incluye:

- Software de supervisión multiplanta.
- Panel de visualización de datos en tiempo real.
- Recogida de datos.
- Tarjeta de lectura de señales de sensores.
- Estación meteorológica con medida de radiación solar, temperatura y viento.
- Equipo con MODEM para envío y acceso remoto de la información.

2.2.5. Sistema de Seguridad

Se instalará un sistema activo de Seguridad de Intrusión para toda la planta fotovoltaica con los siguientes elementos:

- Sistema Electrónico: Alarmas de Intrusión y CCTV (circuito cerrado de Televisión con visión nocturna), sistemas de detección de movimiento e hilo microfónico.
- Seguridad física estructural: Vallado perimetral y puertas.
- Sistema Informático de control (software): comunicación y verificación.

El sistema permitirá la sectorización en áreas independientes, la respuesta rápida a intrusiones y evitar falsas alarmas. El vallado perimetral estará dotado de sistema de protección anti-intrusión con el uso de hilo de continuidad, cable tensado o módulos de detección óptica. Adicionalmente, se dispondrá de equipo de registro de video complementario a la detección de la intrusión.

El CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) está compuesto por un número de cámaras perimetrales que cubran tanto el vallado perimetral como la mayor parte del área de instalación de los equipos. Las cámaras dispondrán de visión nocturna.

El sistema tendrá, además de lo expuesto, las siguientes características:

- Posibilidad de seguimiento e inspección desde múltiples sitios.
- Verificación de alarma de video.
- Reproducción de imágenes en tiempo real, así como imágenes registradas en alarmas.
- Grabación inmediata de imágenes periodificada, así como en eventos de alarma.
- Integración en el circuito de Control de la Planta y sistema de informe de alarmas.
- Soporte PTZ en las estaciones de cámara.
- Control remoto de mecanismos (luces, puertas, etc...).
- Posibilidad de introducción de parámetros para evitar falsas alarmas (animales pequeños, pájaros, viento, nubes...).
- Control y registro de acceso al emplazamiento.
- Control de incendios.

2.2.6. Protecciones, cableado y puesta a tierra.

Las protecciones de la instalación cumplirán con lo establecido en la Normativa de aplicación, en particular con el Reglamento de Alta Tensión, el Reglamento de Baja Tensión y con las condiciones particulares de conexión facilitadas por la compañía eléctrica distribuidora.

2.2.6.1 Protecciones.

Además de las protecciones que incluye el inversor se incluirán las siguientes protecciones para la instalación:

1. Separación galvánica (en el inversor)

El aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico se realizará mediante separación galvánica según lo estipulado en la ITC-24 del REBT.

A su vez, la seguridad para las personas viene garantizada por las protecciones que se relacionan a continuación:

2. Configuración flotante del generador fotovoltaico

Los dos polos del generador están aislados de tierra. Al no existir un camino de retorno para la corriente, esta medida garantiza una protección total en caso de un primer defecto. En este caso la resistencia de aislamiento R_{iso} entre generador y tierra anterior a la ocurrencia de una derivación debe ser tan alta como para limitar la corriente de derivación a un máximo de 100 mA. Esto es equivalente a que R_{iso} mayor o igual $1.25 V_{oc}/100 \text{ mA}$.

3. Doble aislamiento

Aislamiento Clase II en todos los componentes, esta medida de protección consiste en separar las partes accesibles de las instalaciones de sus partes activas, mediante un doble aislamiento o un aislamiento reforzado.

4. Puesta a tierra

La puesta tierra de las masas de una instalación tiene por objeto proteger a las personas en el caso de que un defecto provoque la aparición de tensión donde normalmente no debe de haberla y también permite que funcionen otras medidas de protección. En este caso, tal y como establece el R.D. 1699/2011 "Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro."

Se conectará a tierra la estructura de sujeción de estos y la carcasa de los inversores, así como todas las masas metálicas presentes en la instalación. Esta puesta a tierra se realizará mediante cable de cobre desnudo y pica de tierra, siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones.

La puesta a tierra de la instalación se hará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa eléctrica distribuidora, asegurando que se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

2.2.6.2 Cableado de la instalación

Los conductores serán de cobre o aluminio y tendrán una sección tal que evitarán caídas de tensión importantes y calentamientos. En este proyecto y para cualquier condición de trabajo, los conductores tendrán una sección suficiente tal que eviten unas caídas de tensión en la parte de corriente continua y de corriente alterna menores a 1,5 % respectivamente.

Las secciones de conductor se adaptarán en cada tramo de circuito a las cargas máximas previsibles, en condiciones normales de servicio, que circulen por cada rama del generador fotovoltaico.

Las secciones finales de cable elegidas están optimizadas en base al análisis económico de pérdidas de potencias y coste de la sección de cable seleccionada.

Se utilizará cable solar de Cu flexible y cubierta de polietileno reticulado de sección según cálculos adjuntos, para el tramo de continua entre módulos y los inversores.

Se utilizará cable de Al flexible y cubierta de polietileno reticulado de sección según cálculos adjuntos, para el tramo de alterna entre los inversores y los cuadros de Baja Tensión ubicados en los Power Blocks.

El recorrido de cableado de la instalación se realizará sobre bandeja o grapado a la estructura en los tramos comprendidos entre módulos y de forma subterránea a partir de estos sobre conductos enterrados colocando arquetas de registro en todos aquellos puntos de cambio de dirección, así como a una distancia máxima de 50 metros en recorridos rectos.

2.2.7. Medida y Caja General de Protección.

Los contadores se ajustarán a la normativa metrológica vigente y su precisión deberá ser como mínimo la correspondiente a la Clase 2, regulada por el Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

2.3. OBRA CIVIL.

Las infraestructuras de obra civil necesarias para la implantación de la planta fotovoltaica se pueden resumir en las siguientes tareas:

- Preparación de la superficie
- Cimentaciones de las estructuras fija.
- Canalizaciones de baja y media tensión y arquetas.
- Centro de inversores y de media tensión (transformación).
- Vallado perimetral del emplazamiento.
- Caminos interiores y perimetral para garantizar acceso por parte del personal de mantenimiento.

Se preparará la superficie del terreno realizándose un desbroce del mismo y un pequeño allanamiento de la misma si fuese necesario para evitar posibles desniveles en las zapatas de las estructuras.

La cimentación de las estructuras será preferentemente atornillada o hincada en función de las características geotécnicas del terreno.

Las canalizaciones de baja tensión consistirán en zanjas de mínimo 0,8 m x 0,8 m para canalizaciones entre estructuras e inversores, con cable bajo tubo.

Las líneas subterráneas de media tensión podrán instalarse directamente enterradas. Se dejará una distancia entre ternas de al menos 0,2m, y los cables del mismo circuito se tenderán al tresbolillo.

Para la canalización de las distintas instalaciones y la coexistencia de diferentes cableados en una misma zanja se han desarrollado unas zanjas tipo, en las cuales se han tenido en cuenta las normas correspondientes.

- Excavación en zanjas: en función del tipo de terreno se utilizarán los medios adecuados para realizar esta actividad. Las dimensiones finales de esta estarán adecuadas al tamaño y número de conductos de ese tramo.
- Tapado en primera fase: una vez preparado el lecho de apoyo para la conducción que se colocará en la zanja, se realizará la puesta en zanja de los tubos utilizando para ello los medios adecuados. Una vez puestos en zanja, se procede a su tapado en primera fase, que consiste en el relleno de la zanja hasta 30 cm, por encima de la conducción, con material de excavación carente de materia orgánica, así como de elementos que por su tamaño o por presentar aristas puedan dañar la canalización. Sobre este tapado se procederá a realizar el asiento de la siguiente conducción, si fuese necesario, guardando la separación adecuada con las conducciones precedentes.

- Cinta de señalización: como señal de aviso y con el fin de evitar accidentes cuando en el futuro se realicen obras sobre la construcción instalada, se colocará, después del tapado en primera fase y sobre la conducción, una cinta de señalización.
- Tapado en segunda fase: con esta operación se completa el relleno de la zanja una vez colocadas las conducciones que van a discurrir por la misma, utilizando para ello material con una especificación menos exigente que el relleno de la primera fase, compactando por tongadas de 30 cm máximo, hasta conseguir el tapado completo.

Se dispondrán arquetas de registro realizadas "in situ", de dimensiones 0,5 m x 0,5 m x 0,7 m junto a las estructuras soporte de los módulos, junto a los inversores, en los cambios de dirección y cada 50 metros desde los inversores hasta los centros de transformación.

La canalización para la red de tierras será la misma que la canalización para cableado, pero ésta irá directamente enterrada en la tierra. Sobre esta canalización y previo a la instalación de los tubos se extenderá el cable de cobre desnudo sobre el lecho de arena que formará una malla que unirá todas las partes metálicas de la instalación.

La solución que albergará los inversores de la planta fotovoltaica podrá ser una pequeña bancada o su instalación sobre la estructura fija.

La parcela donde se sitúa la planta fotovoltaica será vallada en todo su perímetro mediante un vallado metálico compuesto de red metálica y postecillos de 2 metros de altura con el objeto de evitar intrusiones y la libre circulación de vehículos o personal no autorizado.

Los detalles y características de este vallado perimetral se encuentran definidos en el Plano Vallado Perimetral.

3. MEMORIA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Los 10 centros de transformación transforman la energía eléctrica generada por la planta fotovoltaica de 800 V a 45 kV. Dichos centros incluirán toda la aparamenta de control y protección necesaria de acuerdo a la normativa vigente.

Los Centros de Transformación objeto del presente proyecto serán de tipo compacto o de obra civil prefabricada. Cuando sean de tipo compacto, serán tipo contenedor hechos de acero galvanizado de alta resistencia, contando con todo el equipamiento de media tensión asociado a los inversores: celda de protección, transformador de potencia outdoor, cuba de aceite y filtro.

La solución compacta permite también la instalación de un armario de baja tensión totalmente configurable por el cliente, así como diversa tipología de celdas y vallado entre otros.

Las características del centro de transformación son las siguientes:

- 10 Centros de Transformación tipo compacto o prefabricado 0,8/45 kV de 9x5.000 kVAs y 1x2500 kVA, Dy11. Cada centro cuenta con:
 - 1 celdas de protección del transformador: celda de interruptor automático.
 - 2 celda de línea para entrada / salida desde de centro (excepto en el centro en punta que solo llevará 1.
 - 1 transformador 0,8/45 kV de 5.000 / 2500 kVA
 - 1 panel principal de CA alimentado por los distintos inversores de planta

| CONFIGURACIÓN MEDIA TENSIÓN | | | |
|--|------------------|-----------------|----------------|
| Potencias de Trafos (kVA) | 5000 | 2500 | |
| Nº de inversores por Trafo | 27 | 13 | 2 |
| Potencia del inversor asociado (kW) | 175 | 175 | 100 |
| Potencia unitaria por trafo (kW) | 4725 | 2275 | 200 |
| Nº de CTs por potencia | 9 | 1 | |
| Nº total de CTs en la planta | 10 | | |
| Potencia total por tipo de CTs (MW) | 42525 | 2475 | |
| Nº de circuitos de MT | 4 | | |
| Distribución de Circuitos | Circuito 1 de MT | CT1 + CT2 + CT3 | 5000+5000+5000 |
| | Circuito 2 de MT | CT4 +CT5 +CT6 | 5000+5000+5000 |
| | Circuito 3 de MT | CT7 +CT8 | 2500+5000 |
| | Circuito 4 de MT | CT9 +CT10 | 5000+5000 |

3.1. POTENCIA INSTALADA EN KVA.

Cada Centro de Transformación asumirá la energía producida por hasta 27 inversores de 175 kW, teniendo un total de máximo 4725 kW, excepto 1 centro el cual se alimenta de 13 inversores de 175 kW y 2 de 100 kW, disponiendo 2475 kW.

A nivel de planta, la potencia total instalada es de 45,00 MWn por potencia de 210 inversores o 47,5 MVA por potencia de 10 transformadores de potencia, si bien el reparto de series por inversor y la elección de la potencia de los mismos consigue que la potencia nominal total no supere los preceptivos 45 MWn.

Se tiene, por tanto, el siguiente resumen de potencias para toda la planta:

- Potencia instalada total: 49,9MWp
- Potencia nominal total: 45,00 MWn
- Potencia nominal CT: 5000 / 2500 kVA
- Potencia nominal inversor: 175 kW / 100 kW (limitados desde 185 kW)
- Potencia módulo fotovoltaico: 585 Wp
-

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

3.2.1. Edificio prefabricado 0,80/45 kV de 5.000 / 2.500 kVAs Dy11

3.2.1.1 Características del edificio prefabricado

El edificio, caso de ser tipo contenedor metálico, tendrá las características dimensionales siguientes:

- Ancho 6.000 mm
- Alto 2.800 mm
- Fondo 4.000 mm
 - Peso (sin equipo eléctrico):< 22.000 kg
 - Material del tanque de aceite: Acero galvanizado
 - Material de la cubierta del transformador: Acero galvanizado
 - Tipo de armario: exterior
 - Protección contra roedores: Sí

Condiciones de servicio

- Temperatura Ambiente: -20°C hasta 50°C
- Humedad relativa del aire: Entre el 4% y 95% sin condensación
- Altitud máxima de instalación (sobre el nivel del mar): 2.000 m

Conexiones

- Conexión con el inversor: Solución de pareja cerrada (Plug and Play)
- Protección de baja tensión: Circuito de ruptura incluido en el inversor
- Cableado de alta tensión CA: Puente de media tensión entre el transformador y la protección del interruptor del cableado

3.2.1.2 Características celdas de media tensión.

- 2 Celdas de línea con interruptor seccionador.
- 1 celda de protección de transformador con interruptor automático.

3.2.1.3 Características asignadas del transformador.

- Potencia nominal: 5.000 kVA / 2.500 kVA (9x5.000 + 1x2.500)
- Tensión asignada del arrollamiento de baja tensión: 800 V
- Tensión primaria: 45 kV
- Tipo de tanque: sellado con aceite
- Tanque: Integrado con válvula y filtro
- Tipo de conexión: Dy11
- Protección del transformador: DGPT-2 (PT100 opcional)
- Refrigeración: ONAN (Interior: convección natural con aceite; Exterior: Convección natural con aire)
- Configuración de interruptores: Un interruptor de salida
- Protección de interruptores: Fusibles y circuito automático

3.2.1.4 Características asignadas al Cuadro de Baja Tensión.

- Transformador auxiliar interior: 10kVA / 25kVA / 40kVA / 50kVA (3x400V)
- Sistema de monitoreo UPS: 20kVA / 40kVA, 10 minutos
- Refrigeración: Convección forzada con aire
- Protección adicional auxiliar: Sí
- Tipo de cuadro: Exterior

Como se ha mencionado, se podrá instalar un edificio tipo prefabricado, de paneles de hormigón armado HA-35, el cual deberá tener las dimensiones mínimas definidas anteriormente.

3.2.2. Cabinas de Media Tensión

Se instalarán en cada CT como mínimo 3 celdas de 45 kV, siendo 2 de ellas de línea y 1 de protección de transformador.

La celda de protección de transformador deberá ser de interruptor automático, mientras que las de línea podrán ser de interruptor seccionador.

| | |
|--|--------------------------|
| Tensión nominal (kV) | 52 |
| Nivel de aislamiento (kV) | |
| A frecuencia industrial, 50 Hz (KV eficaces) | 95 |
| A onda de choque tipo rayo (kV cresta) | 250 |
| Intensidad nominal (A) | |
| Embarado general | max. 2.000 |
| Derivaciones | max. 1600 ⁽¹⁾ |
| Intensidad nominal de corte de cortocircuito (kA) | 25 |
| Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta) | 63 |
| Intensidad nominal de corta duración (kA/3s) | 25 |
| Resistencia frente a arcos internos (kA/0.5 s) | 25 |
| Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar) | 0,40 |
| Grado de protección | |
| Compartimentos de AT | IP-65 |
| Compartimentos de BT | IP-3X |

Tabla 11. Principales características eléctricas de las celdas

Temperatura ambientales

- No superior a +40 °C.
- No superior a +35 °C de media, durante un periodo de 24 horas.
- No inferior a –5 °C.

Vibraciones

- Ausencia de vibraciones por causas externas a la propia celda.

Altitud

- Inferior a 1.000 m. sobre el nivel del mar(3)

.

Normas

- CEI 60694 (62271-1)
- CEI 60298 (62271-200)
- CEI 60056 (62271-100)
- CEI 60129 (62271-102)

Cada celda está constituida por varias unidades funcionales (celdas) ensambladas entre sí.

Cada unidad funcional por su parte, contiene todos los elementos necesarios para cumplir su función.

La interconexión entre las diferentes celdas (unidades funcionales) se realiza por medio del embarrado el cual se encuentra dentro de una de las cubas de SF6.

La calidad de la puesta a tierra de todos los compartimientos metálicos de la celda, queda asegurada mediante la conexión de la barra de tierras de cada compartimiento, al embarrado general colector de tierras de la celda.

La celda

Cada celda está compuesta exteriormente por un conjunto de paneles RAL 7032 y para el panel frontal del interruptor automático RAL 1007, chapas y bastidor metálico, todos ellos puestos a tierra.

Se compone de cuatro o cinco (simple barra, doble barra) compartimientos metálicos independientes y puestos a tierra. Se consigue así una gran segregación evitando la propagación de daños en caso de un eventual accidente.

El compartimiento (cajón) de Baja Tensión, separado de la zona de Media Tensión, está situado en la parte inferior de la celda y contiene opcionalmente los relés tipo Sepam y el resto de los elementos auxiliares de protección y control en Baja Tensión hasta 2000.

El embarrado principal (hasta 2000) está situado en la parte superior de la celda.

Este compartimiento utiliza gas SF6 como medio de aislamiento y en su interior se encuentran los siguientes elementos:

- Embarrado interior y conexiones.
- El seccionador y seccionador de puesta a tierra.

El compartimiento principal que utiliza gas SF6 como medio de aislamiento y contiene el interruptor automático, está situado en la parte central de la celda y a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas.

El compartimiento de conexión de cables de entrada/salida en Media Tensión, está situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona trasera y contiene:

- Zócalos adecuados para la conexión de los conectores de los cables de MT.
- Conectores rectos tipo Pfisterer (opcional).
- Bridas para sujeción individual de cada cable de potencia.
- Zócalo para prueba de aislamiento de cables MT, sencilla y segura o para transformadores de tensión enchufables (opcional).

- Transformadores toroidales de intensidad (opción)



1 Embarrado
 2 Cubas SF6 para embarrado
 3 Cuba SF6 para interruptor automático
 4 Compartimento para cables de potencia
 5 Cajón de BT

- 1 Cajón de Baja Tensión
- 2 Relés de protección y control tipo Sepam o similar (opcional)
- 3 Embarrado general en cuba metálica de acero inoxidable de 3 mm de grosor con los pasatapas tripolares adecuados
- 4 Clapetas de expulsión de gases SF6
- 5 Seccionador de dos o tres posiciones (seccionador y seccionador de P. a T.)
- 6 Mando del seccionador
- 7 Accesos para la palanca de accionamiento al mando de los seccionadores
- 8 Pulsadores mando eléctrico del seccionador (opcional)
- 9 Indicadores seccionador: abierto/cerrado
- 10 Indicador P. a T.: abierto/cerrado
- 11 Cuba metálica (3 mm. Inox.) sellada de por vida
- 12 Clapeta expulsión de gases SF6
- 13 Interruptor automático

- 14 Mando del interruptor automático
- 15 Acceso para la palanca de carga manual de muelles
- 16 Pulsador de apertura/cierre
- 17 Pulsador mecánico de apertura de emergencia
- 18 Indicador de estado (abierto/cerrado)
- 19 Contador de maniobras
- 20 Compartimiento cables de potencia
- 21 Conectores de cables de potencia
- 22 Cerradura de bloqueo P. a T. cables de potencia (opcional)
- 23 Transformadores de intensidad (opcional)
- 24 Zócalo para transformadores de tensión, autoválvula, etc. (opcional)
- 25 Cable de conexión de MT para los transformadores de tensión (opcional)
- 26 Indicadores capacitivos de presencia de tensión en cada fase
- 27 Manómetro indicador de la presión de SF6 en el interior del compartimiento del interruptor automático
- 28 Manómetro indicador de la presión de SF6 en los cubículos de barras (1 por cada sección de barras)
- 29 Placa de características
- 30 Presostato

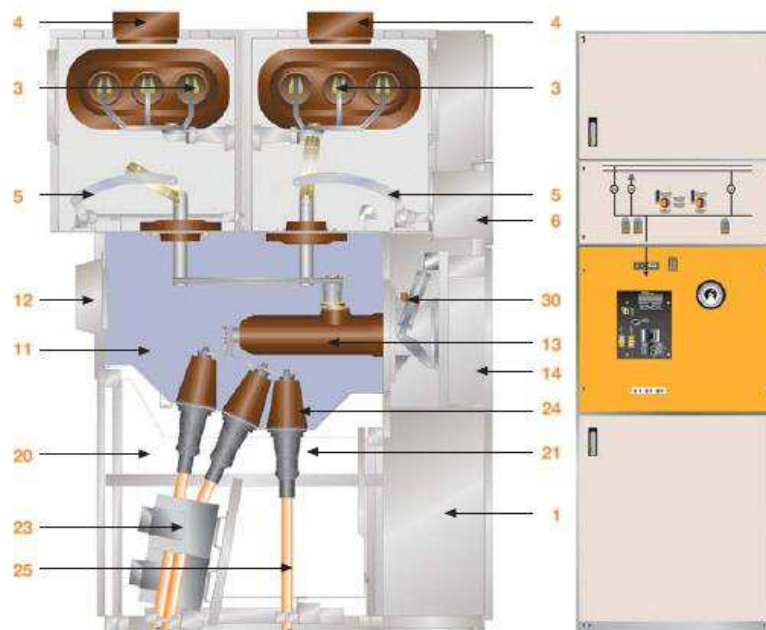
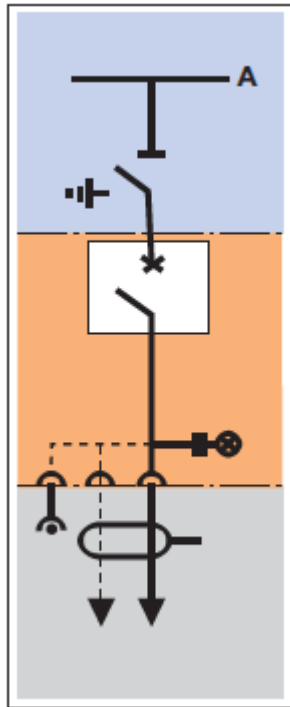


Figura 4. Sección y Frontis de Celda 45 kV



| | |
|--|---|
| Tensión nominal (kV) | 52 |
| Intensidad nominal de embarrado (A) | 1250 / 1600 / 2000 |
| Intensidad nominal de derivaciones (A) | 630 / 250 / 1600 |
| Intensidad nominal de cortocircuito 3s - 1s/cresta (kA) | 25/ 63 |
| Manómetro de control SF6 cubículo central | Si |
| Manómetro de control SF6 barras | Si (en panel lateral) |
| Medida en barras generales | No |
| Transformadores de tensión | ---- |
| Transformadores de intensidad | ---- |
| Seccionador | Si |
| 2/3 posiciones | 3 posiciones |
| Mando manual | Si |
| Mando motorizado | Opcional |
| Intensidad nominal de paso | 630 / 1250 / 1600 |
| Cerradura bloqueo del seccionador en abierto | Opcional |
| Cerradura bloqueo del seccionador en cerrado | Opcional |
| Cerradura bloqueo del seccionador de p. a t. en abierto | Opcional |
| Cerradura bloqueo del seccionador de p. a t. en cerrado | Opcional |
| Cerradura bloqueo tierra de cables | Opcional |
| Electroimán bloqueo seccionador | Opcional |
| Electroimán bloqueo puesta a tierra | Opcional |
| Interruptor Automático (mando motorizado) | Si |
| Intensidad nominal (A) | 2000 |
| Tensión de mando (Vcd) | 110 / 125 ²⁾ |
| Sobrina de disparo | Doble |
| Bloqueo del interruptor automático en abierto | Opcional |
| Bloqueo mecánico del pulsador de apertura | Opcional |
| Detectores de presencia de tensión | Si |
| Compartimento inferior para cables y transformadores | ---- |
| Número máximo de cables de entrada / salida por fase | 3 ²⁾ / 500 mm ² ²⁾ |
| Transformadores toroidales de intensidad | Opcional |
| Embarrado general inferior de paso entre celdas | No |
| Transformadores de intensidad en barras | No |
| Transformadores de tensión en barras | No |
| Seccionador de cables | Opcional |
| Cajón de Baja Tensión | Si |
| Alumbrado (lámpara + micro) | Opcional |
| Relé de protección tipo Sepam o similar | Opcional |
| Tipo de control (Convencional o Digital) | Convencional / Digital |
| Relés contactores y otros elementos auxiliares: | Opcional |
| Conmutadores | Opcional |
| Convertidor | Opcional |
| Interruptores automáticos | Opcional |
| Regletero de bombas | Opcional |

Tabla 12. Composición de Celda de Protección

Celdas en edificio

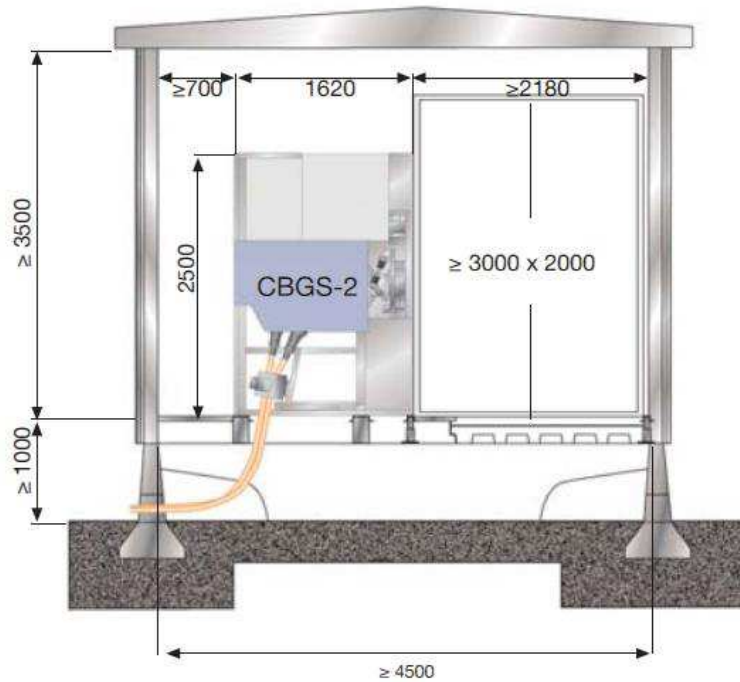


Figura 5. Distancias mínimas

3.2.3. Transformador Elevador 0,8/45 kV

Dentro del edificio de MT se instalará 1 Transformador que elevará la tensión de salida de los inversores a Media Tensión, para su transporte hacia el Centro de Seccionamiento y posterior evacuación a la Subestación.

El transformador contará con las siguientes características técnicas:

- Relación de Transformación: 0,8/45 kV
- Tipo: Aceite
- Potencia: 5000 / 2500 kVA
- Doble arrollamiento primario en 800 V
- Grupo de Conexión: Dy11y11
- Frecuencia: 50 Hz
- PEI Eficiencia: >98%
- Refrigeración: ONAN
- Impedancia: 6/7%

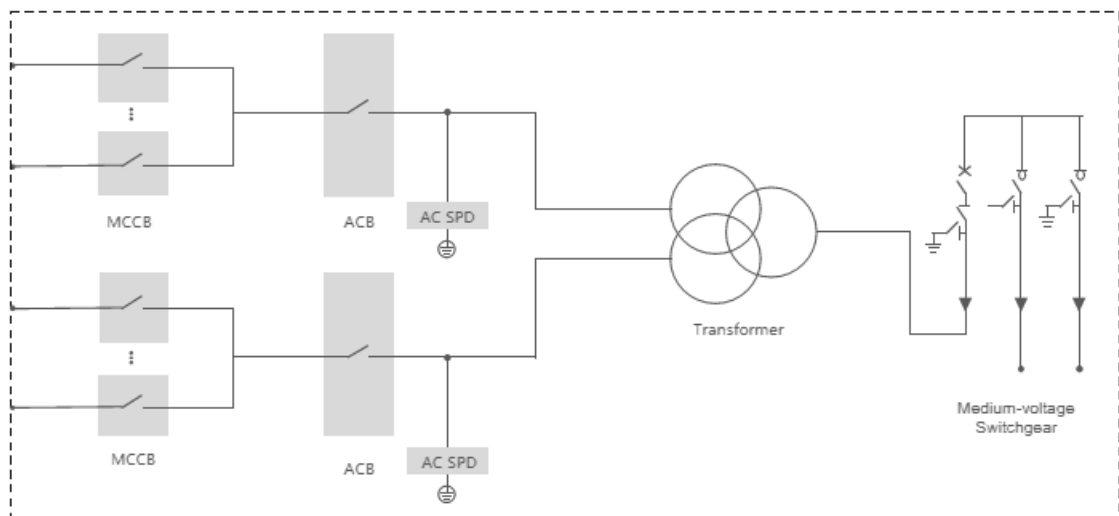


Figura 6. Esquema tipo de conexión del Centro de Transformación

4. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

Cómo líneas de Media Tensión se disponen de las líneas subterráneas que unen entre sí los distintos centros de transformación que conforman cada circuito de MT, y la propia línea subterránea de evacuación que transporta la energía generada en la planta fotovoltaica a la subestación eléctrica.

Por lo tanto, se describe a continuación en primera instancia la línea subterránea entre el Centro de Seccionamiento y la Subestación y posteriormente las líneas internas de Inter conexas de Centros de Transformación.

4.1. Línea Subterránea de Evacuación (entre Centro de Seccionamiento y Subestación)

La línea subterránea de evacuación de media tensión, 45 kV, estará formada por conductores unipolares de tipo AL RHZ1 26/52 kV 2x3(1x630) mm². Tendrá su origen en la Celda de Media Tensión de Línea en el Centro de Seccionamiento de la FV ADAR Puerto de Santa María, y su destino en la Celda de MT de Llegada de línea en la Subestación Eléctrica (SE) Privada Promotores Pinar del Rey 220/45 kV en San Roque.

La línea se proyecta como línea subterránea bajo tubo de 200 mm mínimo de diámetro exterior, a una profundidad mínimo de 40 cm en aceras y tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. Poseerán una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación.

El diámetro interior del tubo no será inferior a 1,5 veces el diámetro aparente del haz de conductores.

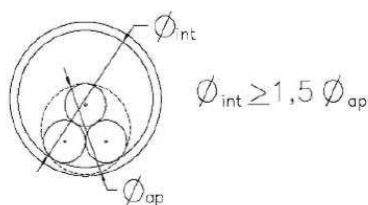


Figura 7. Dimensiones mínimas de tubo de protección

Se deberá prever siempre, al menos, un tubo de reserva en cada zanja. Este tubo quedará a disposición de las necesidades de distribución hasta su agotamiento.

Las canalizaciones, salvo caso de fuerza mayor, se ejecutará por terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas, preferentemente bajo las primeras y se evitarán ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Deberán disponerse las arquetas suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser arquetas ciegas o con tapas practicables. También podrán realizarse catas abiertas para facilitar los trabajos de tendido.

Solamente en casos excepcionales se realizará la instalación en zonas de propiedad privada y será con servidumbre garantizada. Esto implica que, además de las condiciones de carácter general, se gestionarán y obtendrán, en cada caso, las condiciones especiales, técnicas y jurídicas, que garanticen el acceso permanente a las instalaciones para su explotación y mantenimiento, así como para atender el suministro de futuros clientes.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes.

La distancia que cubre la línea será aproximadamente de 19.800 metros. La traza de la línea afecta terrenos en la provincia de Cádiz y prácticamente toda la traza discurre por tierras de labor.

El presente documento trata de definir las distintas características técnicas y el coste de los elementos constructivos, que compone la obra a realizar y en su redacción se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a las instalaciones de A.T contenidas en la reglamentación vigente.

4.1.1. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

Se tendrá en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas:

- Real Decreto 222/2008 de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE 18/03/08).
- Reglamento de Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión e instrucciones técnicas complementarias, aprobado por Decreto 223/2008, de 15/02/08, y publicado en el B.O.E. del 19/03/08. Corrección de errores (BOE 19/07/08).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (RD 337/2014).
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre de Regulación del Sector Eléctrico.

- 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 y actualizaciones posteriores.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE 13/09/08).
- Real Decreto 2819/1998 de 23 diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica (BOE 30/12/98. Corrección de errores (BOE 02/04/99).
- Normas UNE
- Normas particulares de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

4.1.2. TITULAR Y PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN.

Será titular de la instalación que se proyecta la sociedad ADAR ENERGÍA, SL., con C.I.F B93690519 y domicilio social en la calle José Jesús García Díaz 2, planta 1ª, mod. 4, 41020 Sevilla.

4.1.3. EMPLAZAMIENTO.

Como se ha mencionado, la LSMT servirá como instalación de evacuación de la energía producida en la planta fotovoltaica, y su destino será la nueva subestación Promotores Colectora.

A continuación, se indican las coordenadas UTM de origen y destino de la Línea de Evacuación:

- Planta Fotovoltaica ADAR Puerto de Santa María, en el término municipal de San Martín del Tesorillo, provincia de Cádiz:
 - Coordenadas UTM X: 285278
 - Coordenadas UTM Y: 4027422
- Subestación colectora Pinar del Rey 220/45 kV:
 - Zona: 30 S.
 - X (m): 283068,49 E.
 - Y (m): 4013824,18 N.

4.1.4. TRAZADO.

La línea de media tensión se proyecta como línea subterránea directamente enterrada, salvo los tramos donde por normativa se realice bajo tubo, la distancia a cubrir es de:

- LSMT FV ADAR Puerto de Santa María: 19.800 m.

El trazado de la línea tendrá su origen en la Celda de Media Tensión de Línea en el Centro de Seccionamiento de la FV ADAR Puerto de Santa María, y finalizará en la Celda de MT de llegada de línea en la Subestación Eléctrica (SE) Privada Promotores Pinar del Rey 220/45 kV en San Roque. A continuación, se muestran el trazado que sigue:

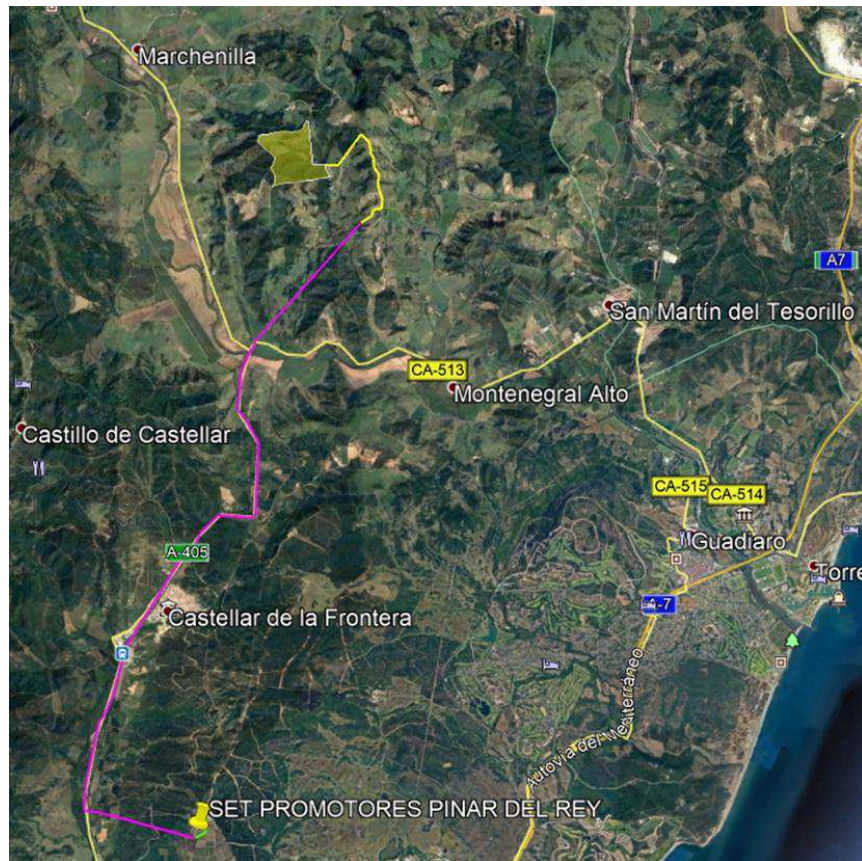


Figura 8. Localización de Planta Fotovoltaica y Línea de Evacuación de MT 45 kV

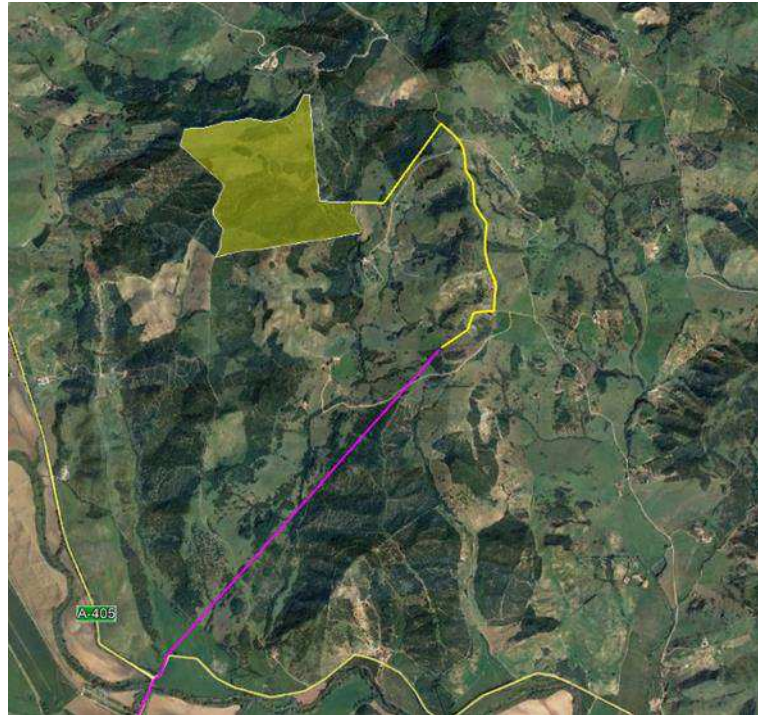


Figura 9. Trayectoria Línea de Evacuación de MT 45 kV (1/3)

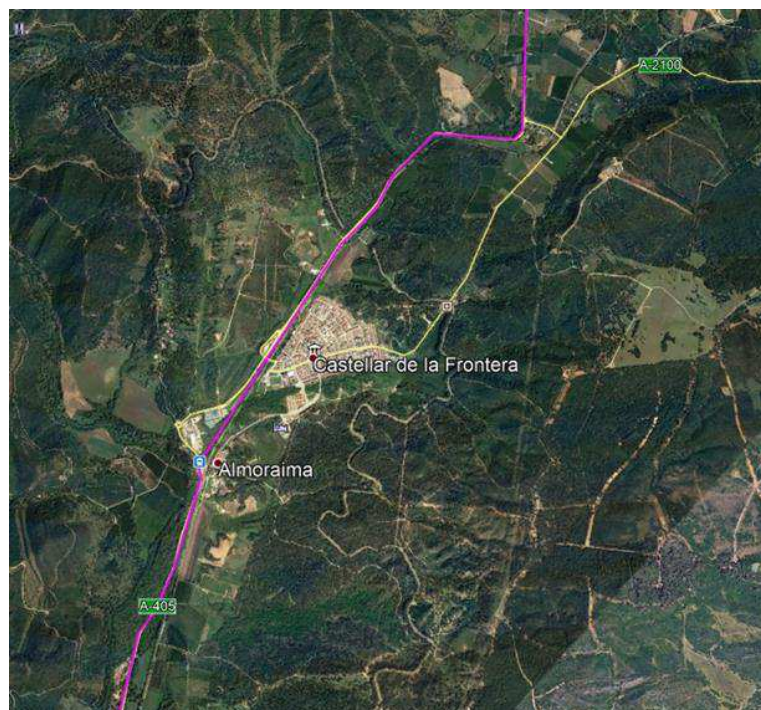


Figura 10. Trayectoria Línea de Evacuación de MT 45 kV (2/3)

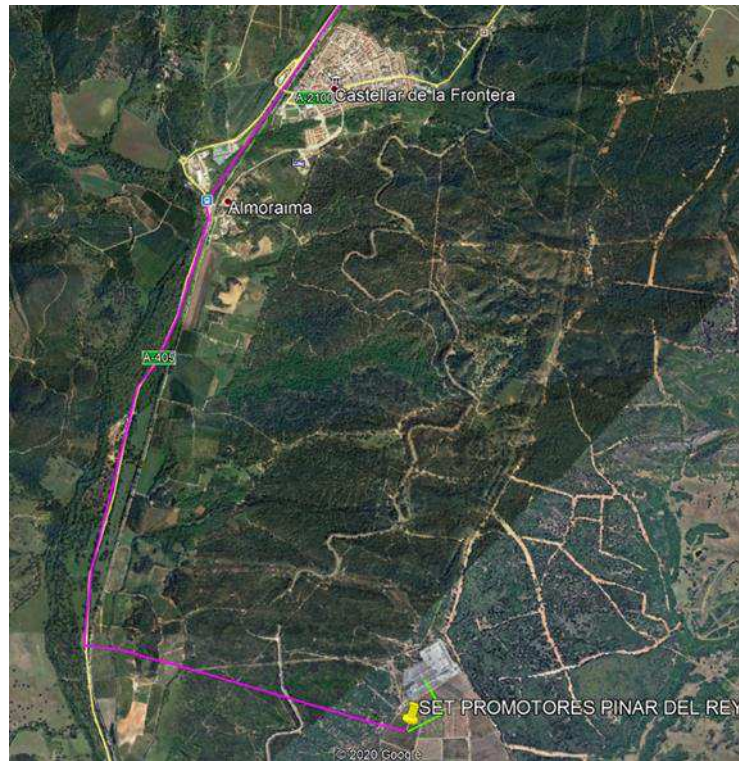


Figura 11. Trayectoria Línea de Evacuación de MT 45 kV (3/3)

4.1.5. CRUZAMIENTO Y PARALELISMOS.

En el trazado de las líneas subterráneas de media tensión y la propia planta fotovoltaica objeto de este proyecto presenta los siguientes cruzamientos y paralelismos:

Afecciones de la Línea de evacuación hacia SE Colectora

| PARALELISMO | | | | | |
|-----------------|------------------|---------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| LATITUD INICIAL | LONGITUD INICIAL | LATITUD FINAL | LONGITUD FINAL | NOMBRE DEL ELEMENTO | ORGANISMO AFECTADO |
| 36°17'56.13"N | 5°24'48.22"O | 36°17'9.65"N | 5°25'26.66"O | Vías de tren no electrificadas | Adif |
| 36°16'35.10"N | 5°25'49.35"O | 36°16'28.12"N | 5°25'51.62"O | Vías de tren no electrificadas | Adif |
| 36°19'30.63"N | 5°24'16.76"O | 36°19'18.14"N | 5°24'18.13"O | Cañada Real de Gaucín o del Colmenar | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°19'22.12"N | 5°24'17.12"O | 36°19'12.20"N | 5°24'11.91"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°18'9.30"N | 5°24'27.54"O | 36°18'0.82"N | 5°24'43.04"O | Arroyo de las Raíces | Consejería Agricultura JdA |
| 36°20'2.37"N | 5°24'4.57"O | 36°19'57.60"N | 5°24'7.02"O | A-2101 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°19'56.35"N | 5°24'8.87"O | 36°19'36.52"N | 5°24'16.43"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°19'18.06"N | 5°24'18.12"O | 36°18'56.85"N | 5°24'1.10"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°18'55.52"N | 5°24'1.25"O | 36°18'10.73"N | 5°24'2.93"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°18'10.68"N | 5°24'2.99"O | 36°18'8.40"N | 5°24'5.64"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°18'8.39"N | 5°24'5.63"O | 36°18'8.86"N | 5°24'15.43"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°18'9.36"N | 5°24'24.77"O | 36°17'1.70"N | 5°25'32.91"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°16'38.82"N | 5°25'50.24"O | 36°16'29.91"N | 5°25'51.02"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°16'24.84"N | 5°25'52.66"O | 36°16'3.86"N | 5°26'0.85"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°15'55.92"N | 5°26'6.65"O | 36°15'38.75"N | 5°26'11.78"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°15'12.72"N | 5°26'18.24"O | 36°15'5.80"N | 5°26'18.57"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°19'45.93"N | 5°24'14.58"O | 36°19'38.17"N | 5°24'16.64"O | CA-9201 | Diputación Provincial de Cádiz |
| 36°22'17.80"N | 5°22'40.83"O | 36°22'14.41"N | 5°22'36.17"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'12.35"N | 5°22'34.20"O | 36°22'3.45"N | 5°22'31.22"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'2.44"N | 5°22'30.59"O | 36°21'56.58"N | 5°22'30.09"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'56.40"N | 5°22'29.89"O | 36°21'29.50"N | 5°22'23.48"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |

PLANTA FOTOVOLTAICA ADAR 49,9 MWP / 45MWN

| CRUZAMIENTO | | | |
|---------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| LATITUD | LONGITUD | NOMBRE DEL ELEMENTO | ORGANISMO AFECTADO |
| 36°19'47.80"N | 5°24'13.01"O | Vías de tren no electrificadas | Adif |
| 36°14'56.69"N | 5°26'17.57"O | Vías de tren no electrificadas | Adif |
| 36°19'9.74"N | 5°24'10.05"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°18'56.37"N | 5°24'1.12"O | Cañada Real de Gaucín o del Colmenar | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°18'44.67"N | 5°24'1.60"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°18'37.97"N | 5°24'1.90"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°18'29.69"N | 5°24'2.23"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°14'56.77"N | 5°26'18.41"O | Vereda de San Roque | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°14'53.73"N | 5°25'58.25"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. Castellar de la Frontera |
| 36°21'12.75"N | 5°22'48.24"O | Cañada real de la Hinojera | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'14.38"N | 5°22'46.50"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'10.51"N | 5°22'50.72"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'3.72"N | 5°22'58.09"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'0.73"N | 5°23'1.31"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°20'44.01"N | 5°23'19.42"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°20'40.73"N | 5°23'22.96"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°20'22.63"N | 5°23'42.67"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°14'41.10"N | 5°24'57.57"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. San Roque |
| 36°14'40.75"N | 5°24'56.08"O | Canmino asfaltado | Ayto. San Roque |
| 36°20'40.20"N | 5°23'23.57"O | Arroyo del Marqués o del Alamillo | Consejería Agricultura JdA |
| 36°20'35.49"N | 5°23'28.68"O | Arroyo del Marqués o del Alamillo | Consejería Agricultura JdA |
| 36°20'2.73"N | 5°24'4.47"O | Arroyo de los Álamos o Batanero | Consejería Agricultura JdA |
| 36°19'55.16"N | 5°24'9.17"O | Río Hozgarganta | Consejería Agricultura JdA |
| 36°18'51.45"N | 5°24'1.38"O | Arroyo | Consejería Agricultura JdA |
| 36°18'9.45"N | 5°24'27.35"O | Arroyo de las Raíces | Consejería Agricultura JdA |
| 36°17'41.82"N | 5°25'0.77"O | Canal de la Confederación | Consejería Agricultura JdA |
| 36°17'16.06"N | 5°25'21.77"O | Arroyo de las Raíces | Consejería Agricultura JdA |
| 36°16'52.02"N | 5°25'40.18"O | Arroyo de los Frailes | Consejería Agricultura JdA |
| 36°14'56.65"N | 5°26'17.42"O | Arroyo Dulce | Consejería Agricultura JdA |
| 36°14'56.14"N | 5°26'11.75"O | Acequia | Consejería Agricultura JdA |
| 36°14'52.37"N | 5°25'51.57"O | Arroyo | Consejería Agricultura JdA |
| 36°14'46.30"N | 5°25'22.66"O | Canal de la Confederación | Consejería Agricultura JdA |
| 36°19'56.92"N | 5°24'8.25"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°18'9.06"N | 5°24'18.90"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°17'7.30"N | 5°25'28.54"O | A-2100 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°16'38.96"N | 5°25'50.12"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°16'27.17"N | 5°25'51.95"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°15'59.61"N | 5°26'3.17"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°15'15.54"N | 5°26'17.67"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°15'3.78"N | 5°26'18.92"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°14'56.76"N | 5°26'18.69"O | A-405 | Consejería Agricultura JdA |
| 36°19'37.91"N | 5°24'16.13"O | CA-9201 | Diputación Provincial de Cádiz |
| 36°17'32.98"N | 5°25'8.97"O | Linea < 100 kV | E-distribución |
| 36°14'53.94"N | 5°25'59.29"O | Linea < 100 kV | E-distribución |
| 36°14'40.37"N | 5°24'54.24"O | Linea < 100 kV | E-distribución |
| 36°15'17.04"N | 5°26'17.32"O | Linea 400 kV | Red Eléctrica de España |
| 36°15'12.20"N | 5°26'18.28"O | Linea 400 kV | Red Eléctrica de España |
| 36°14'51.78"N | 5°25'48.72"O | Linea 220 kV | Red Eléctrica de España |
| 36°14'41.84"N | 5°25'1.23"O | Linea 220 kV | Red Eléctrica de España |

| CRUZAMIENTO | | | |
|---------------|--------------|----------------------------|--------------------------------|
| LATITUD | LONGITUD | NOMBRE DEL ELEMENTO | ORGANISMO AFECTADO |
| 36°21'57.43"N | 5°23'2.08"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'57.50"N | 5°23'1.60"O | Cañada Real de la Hinojera | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'7.42"N | 5°22'50.05"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'17.69"N | 5°22'40.93"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'13.81"N | 5°22'35.46"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'13.68"N | 5°22'34.85"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'2.44"N | 5°22'30.59"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'56.48"N | 5°22'29.95"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'29.48"N | 5°22'23.59"O | Camino de la Morisca | Ayto. San Martín del Tesorillo |

Tabla 13. Cruzamiento y paralelismos existentes en la línea de evacuación.

Afecciones de la Planta Fotovoltaica

| LATITUD INICIAL | LONGITUD INICIAL | LATITUD FINAL | LONGITUD FINAL | NOMBRE DEL ELEMENTO | ORGANISMO AFECTADO |
|-----------------|------------------|---------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 36°21'49.43"N | 5°23'9.04"O | 36°22'8.42"N | 5°23'59.38"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°21'53.74"N | 5°23'52.89"O | 36°22'8.54"N | 5°23'59.52"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'6.77"N | 5°23'21.55"O | 36°22'16.45"N | 5°23'21.86"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'10.67"N | 5°23'38.74"O | 36°21'57.81"N | 5°23'21.31"O | Camino sin tratamiento superficial | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'15.77"N | 5°24'2.58"O | 36°22'14.50"N | 5°23'27.43"O | Senda | Ayto. San Martín del Tesorillo |
| 36°22'7.43"N | 5°23'34.43"O | | | Laguna perm. dulce | Consejería Agricultura JdA |
| 36°22'7.43"N | 5°23'33.23"O | 36°21'49.88"N | 5°23'6.82"O | Arroyo | Consejería Agricultura JdA |

Tabla 14. Cruzamiento y paralelismos existentes en la propia Planta

4.1.6. ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE INTALACIONES DE ALTA TENSIÓN.

Según ITC-RAT-14, apartado 4.7, en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos.

En nuestro caso se trata de una Línea Subterránea de Media Tensión.

Los cables de media tensión poseen una pantalla metálica que anula el campo eléctrico y disminuye el magnético. Además, son distribuidos en ternas, que es la configuración que genera menor campo magnético, al estar las fases más próximas entre sí, y por tanto compensarse el campo magnético generado por cada uno de los cables. El hecho de poner las pantallas de los cables a tierra en origen y destino (tipología end bongind) atenúa los posibles campos magnéticos que se producirían en los conductores.

En general, las instalaciones eléctricas funcionan a baja frecuencia (50 Hz), situándose la emisión de campos electromagnéticos dentro de los límites establecidos en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea (199/519/CE).

4.1.7. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Se utilizará conductores de aluminio del tipo AL RHZ1 26/52 kV 2x3x(1x630) mm², con las siguientes características:

- Tipo constructivo:Unipolar
- Conductor:Aluminio, clase 2 según UNE EN 60228, versión AL RHZ1-20L
- Sección:630 mm².
- Aislamiento:Polietileno reticulado.
- Nivel de aislamiento:26/45 kV.
- Cubierta exterior:Polioléfina termoplástica, Z1 Vemex.
- Tensión nominal Simple:26 kV.
- Tensión nominal entre fases:45 kV.
- Tensión máxima entre fases:52 kV.
- Tensión a impulsos:250 kV.
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente:90°C
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio de cortocircuito: ...250°C

COMPOSICIÓN:



- 1 **Conductor:** cuerda taponada de hilos de aluminio o de cobre de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 **Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 **Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 **Obturación longitudinal de la pantalla:** cinta semiconductora hinchante.
- 7 **Estanqueidad radial:** cinta de aluminio solapada y termopegada a la cubierta.
- 8 **Cubierta:** poliolefina tipo DMZ2 no propagadora de la llama (S) con capa exterior semiconductora extruida conjuntamente con la cubierta.

Figura 12. Cableado línea de Evacuación de MT AL RHZ1 26/45 kV

Características dimensionales:

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

| 1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm ²) | Código | Ø conductor (mm) | Ø aislamiento (mm) | Ø pantalla (mm) | Ø cable (mm) | Peso (kg/km) | Radio de curvatura estático (posición final) (mm) | Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm) |
|---|----------|------------------|--------------------|-----------------|--------------|--------------|---|--|
| 26/45 kV | | | | | | | | |
| 1x35/16 | 20117961 | 6,8 | 24,7 | 28,1 | 34,2 | 1090 | 547 | 684 |
| 1x50/16 | 20117962 | 8 | 25,8 | 29,2 | 35,3 | 1170 | 565 | 706 |
| 1x70/16 | 20117963 | 9,8 | 27,8 | 31,2 | 37,3 | 1320 | 597 | 746 |
| 1x95/16 | 20070279 | 11,2 | 29,1 | 32,5 | 38,6 | 1420 | 618 | 772 |
| 1x120/16 | 20117964 | 12,6 | 30,4 | 33,8 | 39,9 | 1540 | 638 | 798 |
| 1x150/16 | 37011355 | 14 | 30,8 | 34,2 | 40,3 | 1610 | 645 | 806 |
| 1x185/16 | 20117965 | 15,6 | 32,3 | 35,7 | 41,9 | 1770 | 670 | 838 |
| 1x240/16 | 20993429 | 18 | 34,7 | 38,1 | 44,2 | 2020 | 707 | 884 |
| 1x300/16 | 20994805 | 20,3 | 37,6 | 41 | 47,1 | 2320 | 754 | 942 |
| 1x400/16 | 20117966 | 22,9 | 39 | 42,4 | 48,5 | 2550 | 776 | 970 |
| 1x500/16 | 20117967 | 26,3 | 42,4 | 45,8 | 51,9 | 3000 | 830 | 1038 |
| 1x630/16 | 20117968 | 30,2 | 46,3 | 49,7 | 55,8 | 3500 | 893 | 1116 |
| 1x800/16 | 20117969 | 34 | 50,1 | 53,5 | 59,6 | 4150 | 954 | 1192 |
| 1x1000/16 | 20117970 | 38,4 | 53,5 | 56,9 | 63,7 | 4910 | 1019 | 1274 |

Tabla 15. Características dimensionales AL RHZ1 26/45 kV

Características eléctricas:

| 1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm ²) | Intensidad máxima admisible enterrado* (A) | Intensidad máxima admisible al aire** (A) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Reactancia inductiva (Ω/km) | Capacidad (µF/km) |
|---|--|---|--|-----------------------------|-------------------|
| 26/45 kV | | | | | |
| 1x35/16 | 132 | 134 | 0,868 | 0,161 | 0,133 |
| 1x50/16 | 157 | 160 | 0,641 | 0,153 | 0,143 |
| 1x70/16 | 193 | 201 | 0,443 | 0,143 | 0,162 |
| 1x95/16 | 226 | 236 | 0,32 | 0,137 | 0,174 |
| 1x120/16 | 262 | 280 | 0,253 | 0,132 | 0,186 |
| 1x150/16 | 295 | 318 | 0,206 | 0,126 | 0,208 |
| 1x185/16 | 334 | 365 | 0,164 | 0,121 | 0,223 |
| 1x240/16 | 389 | 432 | 0,125 | 0,116 | 0,246 |
| 1x300/16 | 440 | 498 | 0,1 | 0,112 | 0,273 |
| 1x400/16 | 505 | 582 | 0,0778 | 0,106 | 0,343 |
| 1x500/16 | 579 | 681 | 0,0605 | 0,102 | 0,379 |
| 1x630/16 | 663 | 798 | 0,0469 | 0,098 | 0,422 |
| 1x800/16 | 749 | 920 | 0,0367 | 0,094 | 0,463 |
| 1x1000/16 | 836 | 1052 | 0,0291 | 0,091 | 0,547 |

Tabla 16. Características eléctricas AL RHZ1 26/45 kV

4.1.8. Empalmes.

Se elegirán los empalmes que correspondan a las características del cable y que sean recomendados por su fabricante, atendiéndose a las instrucciones de montaje dadas para el mismo, según convenga.

4.1.9. Cálculos eléctricos.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad máxima admisible por el cable.
- b) Caída de tensión.
- c) Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

a) La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximos que figuran en la Recomendación UNESA 3305 o en los datos suministrados por el fabricante.

La Intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{P \text{ (kW)}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{S \text{ (kVA)}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

b) De igual modo, la caída de tensión máxima producida se calculará como sigue:

$$\Delta U = 1,73 \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi)$$

en donde:

- S = Potencia aparente en kVA.
- P = Potencia en KW.
- U = Tensión compuesta en KV.
- ΔU = Caída de tensión en voltios.
- I = Intensidad en amperios.
- L = Longitud de la línea en Km.
- R = Resistencia del conductor en Ω /Km.
- X = Reactancia a frecuencia 50 Hz. en Ω /Km.

En ambos casos, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de $\cos\varphi=0,95$.

c) Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito, será necesario conocer la potencia de cortocircuito (S_{cc}), existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo, para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual a:

$$I_{CC}(kA) = \frac{S_{CC} (MVA)}{\sqrt{3} \cdot U(kV)}$$

4.1.10. Canalización.

Canalización directamente enterrada

La instalación se realizará con ternas de cables aislados, directamente enterrados, a una profundidad de entre 0,6 y 1 m de profundidad, en zanja de 1 m de ancho mínimo. Los cables se tenderán en tresbolillo, manteniendo una distancia entre ternas de como mínimo 200 mm.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes.

Para proteger a los cables por excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J, y que cubra la protección mecánica de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia de cable eléctrico de AT. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización

4.1.1. Arquetas

Se dispondrán arquetas tipo prefabricadas, pudiéndose construir de ladrillo.

Se instalarán como mínimo 1 arqueta por cada 50 metros lineales, y en cada cambio de dirección y al inicio y final de cada cruzamiento.

En las arquetas, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

En los planos de este proyecto se detallan las dimensiones de las arquetas y su tipología.

4.1.2. PLANIFICACIÓN.

Se prevé la siguiente planificación de ejecución de la línea de evacuación:

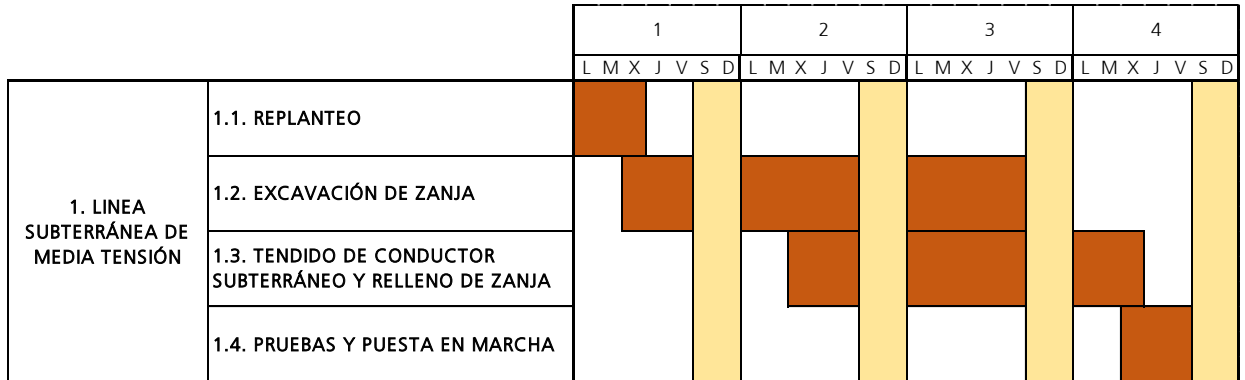


Figura 13. Programa de Ejecución LSMT

4.2. LINEAS DE MEDIA TENSIÓN DE CONEXIÓN ENTRE CTs Y CSs

4.2.1. DESCRIPCIÓN

Se describen a continuación las líneas de Media Tensión a 45 kV que conforman los distintos circuitos de MT interiores a la planta. Estas líneas se encargan de coser entre sí los diferentes centros de transformación y de la conexión entre último centro de transformación y centro de seccionamiento.

Los circuitos y tramos de la red de media tensión es la siguiente:

Circuito 1

- Centros que comprende: CT01, CT02, CT06
- Potencia Total: $4725 \times 3 = 14175$ kW
- Potencia de cálculo: $5000 \times 3 = 15000$ kW

Circuito 2

- Centros que comprende: CT04, CT03, CT05
- Potencia Total: $4725 \times 3 = 14175$ kW
- Potencia de cálculo: $5000 \times 3 = 15000$ kW

Circuito 3

- Centros que comprende: CT07, CT08
- Potencia Total: $2 \times 4725 = 9450 \text{ kW}$
- Potencia de cálculo: $5000 \times 2 = 10000 \text{ kW}$

Circuito 4

- Centros que comprende: CT10, CT09
- Potencia Total: $2475 + 4725 = 7200 \text{ kW}$
- Potencia de cálculo: $5000 \times 1 + 2500 \times 1 = 7500 \text{ kW}$

La conexión de los cables a las celdas de línea, ubicadas en el centro de transformación, se resolverá mediante terminales unipolares de interior, del tipo borna enchufable acodada, para 45 kV y cable de aluminio, campo radial. Tanto en éstos como en los de exterior se conectará la pantalla de cables a la correspondiente toma de tierra.

Para el cableado de media tensión se utilizarán conductores de aluminio clase 2, 26/45 kV_{DC} (45 kV_{AC}), con aislamiento de polietileno reticulado tipo XLPE, directamente enterrado. Las secciones de cada línea se muestran en la siguiente tabla:

| CIRCUITO | TRAMO | SECCIÓN (mm ²) |
|------------|---------------------------------|----------------------------|
| CIRCUITO 1 | CT01 a CT02 | 240 |
| | CT02 a CT06 | 240 |
| | CT06 a Centro de Seccionamiento | 240 |
| CIRCUITO 2 | CT04 a CT03 | 240 |
| | CT03 a CT05 | 240 |
| | CT05 a Centro de Seccionamiento | 240 |
| CIRCUITO 3 | CT07 a CT08 | 240 |
| | CT08a Centro de Seccionamiento | 240 |
| CIRCUITO 4 | CT10 a CT09 | 240 |
| | CT09 a Centro de Seccionamiento | 240 |

Tabla 17. Secciones de cable por Circuito

El tendido de los mismos se realizará en zanjas de mínimo 0,8m de anchura y 0,7 m de profundidad, directamente enterrados en general y bajo tubo de polietileno en cruzamiento de vías. El tubo de polietileno cumplirá la norma UNE EN 50086.

Para ello, se nivelará el fondo con una capa de arena fina, de 6 cm de espesor, sobre la que se asentarán los cables, recubriéndolos posteriormente con arena hasta una altura de 30 cm.

Para señalar la presencia de los cables y, a la vez, protegerlos ante el choque con herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación, se colocarán a lo largo de todo el tendido placas de plástico normalizadas. Además, por encima de las placas, se tenderá una cinta de señalización de cables de color amarillo, una por cada tubo.

Será necesaria la construcción de arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos y en las alineaciones superiores a 50 metros, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14 siendo las tapas de fundición de Clase D400.

5. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El centro de seccionamiento (C.S.) quedará ubicado en una caseta de obra prefabricada tipo monobloque CMS.21 de Ormazabal o similar, y con el fin de reducir las dimensiones de la misma, se ha previsto utilizar celdas prefabricadas para alojar el aparellaje de M.T. 45kV, el cual irá inmerso en una atmósfera de hexafloruro de azufre (SF₆).

Los tipos de celdas empleados en este proyecto son Celdas compactas de aislamiento y corte en SF₆, utilizándose en este caso dos celdas con funciones de línea y una celda con función de protección con fusibles para el transformador de SS.AA (ver esquema unifilar de MT).

La energía será vertida a una línea subterránea de doble circuito (descrita en el apartado anterior) de 45 kV D/C.

El local es una construcción monobloque de hormigón con hueco útil de puerta de dimensiones de 5000x4500 mm con una altura de 3500. Así mismo, cuenta con cubierta amovible prefabricada de hormigón. Posee puerta de dos hojas de 3000x2000 mm en conjunto con dispositivo que permite su fijación a 90° y 180°.

Cuenta con ventana lateral para el acceso a la unidad de transformación de tensión, esta ventana está cubierta por una tapa ciega desmontable mediante pestillo accesible desde el interior y rejilla perimetral superior para facilitar la ventilación natural.

6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

6.1. Cálculos de Cables de Baja Tensión CC y CA

6.1.1. Introducción

Esta memoria define los criterios de cálculo de las secciones transversales de los conductores de Baja Tensión Corriente Continua y Corriente Alterna de potencia de la planta fotovoltaica PV ADAR de 49,9MWp.

Los cálculos realizados se recogen en documento Hoja de Cálculo de BT, que complementa a la presente memoria.

6.1.2. Alcance

El alcance de este documento es:

- Cables BT Corriente Continua de conexionado entre Strings y entradas MPPT de inversores.
- Cables BT Corriente Alterna entre inversores y Centro de Transformación/PowerBlock.

Los cables se dimensionarán de acuerdo con lo preceptado en la normativa vigente de Baja Tensión:

- Máxima intensidad admisible del cable.
- Caída de tensión del circuito.

6.1.3. Códigos y normas aplicables

Se deben cumplir todas las leyes, normas y reglamentos oficiales nacionales, autónomos y locales (técnicos, de salud y seguridad, ambientales, etc.) que están actualmente en vigencia además de otros que están expresamente indicados.

A continuación, son señaladas las principales cláusulas y normas que se deben utilizar para la elaboración del suministro:

- UNE 211435: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE-HD 60364-5-54 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-54: Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección.
- UNE 21144-1-1 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Generalidades.
- UNE 21144-2-1 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica
- UNE 21192 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

- UNE-EN 60228 Conductores de cables aislados.
- IEC 60502 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
- IEC 60028 ed 2.0 "International standard of resistances for copper"
- IEC 60909-0 ed 2.0: Short-Circuit Currents in Three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of Currents for systems up to 500kV.
- IEC 60909-1 ed 2.0: Short-Circuit Currents in Three-phase a.c. systems – Part 1: Factors for the calculation of short-circuit currents according to IEC-60909-0.
- IEC 60909-2 ed 2.0: Short-Circuit Currents in Three-phase a.c. systems – Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations.
- IEC 60909-3 ed 3.0: Short-Circuit Currents in Three-phase a.c. systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short-circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.
- IEC 60227-1:2007 Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 1: General requirements.

6.1.4. Datos iniciales

Características del emplazamiento de la planta solar

La planta fotovoltaica propuesta se encuentra en la localidad de San Martín del Tesorillo en la provincia de Cádiz.

Sus coordenadas, altitud, acceso, etc, se han definido en los apartados previos de este Proyecto.

Condiciones del emplazamiento

Las condiciones del emplazamiento son las siguientes:

Según estos documentos, las principales características del emplazamiento son:

| | |
|---|------|
| - Altura sobre el nivel del mar [m] | 250 |
| - Temperatura ambiente máxima [°C] | 28,7 |
| - Temperatura ambiente mínima [°C] | 8,1 |
| - Temperatura terreno máxima [°C] | 20 |
| - Temperatura ambiente para instalaciones exteriores (a la sombra) [°C] | 60 |
| - Resistividad térmica del terreno [K·m/W] | 1,50 |

Niveles de Tensión

El nivel de tensión de los circuitos BT Corriente Continua dependen del tipo de módulo fotovoltaico instalado.

En este caso, siendo la configuración de 26 paneles por string, según se detalla en los cálculos del generador antes descritos, tenemos:

| | U _{mp} | Voltaje del sistema |
|--------------------------------|-----------------|---------------------|
| Bloques de módulos tipo 585 Wp | 44,22 V | 1061,28 V |

Los cables utilizados se han elegido con un nivel mínimo de aislamiento de 1500V.

Se avala lo comentado arriba con el siguiente extracto de data sheet del fabricante:

| Module Type | JKM565M-7RL4-V | | JKM570M-7RL4-V | | JKM575M-7RL4-V | | JKM580M-7RL4-V | | JKM585M-7RL4-V | |
|---|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 565Wp | 420Wp | 570Wp | 424Wp | 575Wp | 428Wp | 580Wp | 432Wp | 585Wp | 435Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 43.77V | 40.74V | 43.89V | 40.85V | 44.00V | 40.96V | 44.11V | 41.07V | 44.22V | 41.18V |
| Maximum Power Current (Imp) | 12.91A | 10.32A | 12.99A | 10.38A | 13.07A | 10.44A | 13.15A | 10.51A | 13.23A | 10.57A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 52.97V | 50.00V | 53.09V | 50.11V | 53.20V | 50.21V | 53.31V | 50.32V | 53.42V | 50.42V |
| Short-circuit Current (Isc) | 13.59A | 10.98A | 13.67A | 11.04A | 13.75A | 11.11A | 13.83A | 11.17A | 13.91A | 11.23A |
| Module Efficiency STC (%) | 20.67% | | 20.85% | | 21.03% | | 21.21% | | 21.40% | |
| Operating Temperature(°C) | -40°C~+85°C | | | | | | | | | |
| Maximum system voltage | 1500VDC (IEC) | | | | | | | | | |
| Maximum series fuse rating | 25A | | | | | | | | | |
| Power tolerance | 0~+3% | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | -0.35%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | -0.28%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | 0.048%/°C | | | | | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C | | | | | | | | | |

Tabla 18. Data sheet de fabricante de los módulos

Para el caso de corriente alterna, el propio equipo inversor asegura una tensión de 800Vca, tal y como se refleja en sus Data Sheets.

| SUN2000-185KTL-H1 | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Technical Specifications | |
| Efficiency | |
| Max. Efficiency | 99.03% |
| European Efficiency | 98.69% |
| Input | |
| Max. Input Voltage | 1,500 V |
| Max. Current per MPPT | 26 A |
| Max. Short Circuit Current per MPPT | 40 A |
| Start Voltage | 550 V |
| MPPT Operating Voltage Range | 500 V – 1,500 V |
| Nominal Input Voltage | 1,080 V |
| Number of Inputs | 18 |
| Number of MPP Trackers | 9 |
| Output | |
| Nominal AC Active Power | 185,000 W @25°C, 175,000 W @40°C |
| Max. AC Apparent Power | 185,000 VA |
| Max. AC Active Power (cosφ=1) | 185,000 W |
| Nominal Output Voltage | 800 V, 3W + PE |
| Rated AC Grid Frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Nominal Output Current | 134.9 A @25°C, 126.3 A @40°C |
| Max. Output Current | 134.9 A |
| Adjustable Power Factor Range | 0.8 LG ... 0.8 LD |
| Max. Total Harmonic Distortion | < 3% |

Tabla 19. Data sheet de fabricante de los inversores

6.1.5. Bases de diseño

El diseño de la instalación se realiza conforme a normativa vigente de BT, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

A. Capacidad de carga

La corriente nominal de los cables debe estar de acuerdo con las citadas normas UNE e IEC y debe ser establecida por el fabricante. Se aplicarán factores de instalación.

La temperatura ambiente considerada para el cálculo debe ser dada por las condiciones locales y discriminada para instalaciones enterradas y para instalaciones por bandejas o conductos.

Los cables de conexión de la instalación generadora (DC) se dimensionarán para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador (I_{sc}). Este requerimiento, que se define en ITC-BT-40 de REBT, será de aplicación a los conductores de corriente continua descritos en este documento.

Tanto para los cálculos de corriente continua como de corriente alterna, se afectará al cable seleccionado de los factores de corrección que sean de aplicación según normativa, y se validará siempre que el conductor elegido no se encuentre a más del 95% de su carga en condiciones de régimen permanente. Los factores de corrección que pueden aplicarse son:

Conductores de corriente continua (instalación directamente enterrada)

- $K_{RESIST.TE}$: factor de corrección por resistencia térmica del terreno
- $K_{T.TERR}$: factor de corrección por temperatura del terreno
- K_{GRUPO} : factor de corrección por agrupamiento de conductores
- $K_{PROFUNDIDAD}$: factor de corrección por profundidad de instalación en zanja
- K_{TUBO} : factor que, según ITC-07, se ha de aplicar a instalaciones bajo tubo

Conductores de corriente alterna (instalación directamente enterrada)

- $K_{RESIST.TE}$: factor de corrección por resistencia térmica del terreno
- $K_{T.TERR}$: factor de corrección por temperatura del terreno
- K_{GRUPO} : factor de corrección por agrupamiento de conductores
- $K_{PROFUNDIDAD}$: factor de corrección por profundidad de instalación en zanja

Sin perjuicio de que tanto la parte de continua como de alterna discurre en algún momento al aire (en mayor medida los cables de continua), al ser los coeficientes correctores de instalación enterrada

más restrictivos que los de instalación al aire, se consideran ambos tipos de instalación como directamente enterrada, trabajando así del lado de la seguridad.

Cada factor tomará un valor de las tablas de REBT según las condiciones de instalación y climáticas de la zona, y en función de los valores de intensidad nominal que proporcione el fabricante del conductor elegido. El producto de todos los factores de corrección resultará el factor global o total, el cual se aplicará a la intensidad nominal del cable.

Para el caso de los conductores de corriente continua, y como se ha adelantado, se le aplicará a la intensidad de transporte debido a la generación el factor de 1,25 de acuerdo con REBT. Además, y dado que la propia ITC 40 dice que se aplique el 25% sobre la intensidad máxima, se opta por aplicar dicho factor sobre la intensidad de corto circuito (I_{sc}) del módulo (ésta es muy cercana a la nominal en un módulo, ligeramente superior), trabajando así del lado de la seguridad.

$$I_{MT} = 1,25 \times \frac{I_{sc}}{I_{MPPT}}$$

Obteniéndose así un factor de mayoración sobre la intensidad de transporte en generación.

B. Caída de tensión:

El dimensionamiento de los cables de Baja Tensión se realizará teniendo en cuenta que la caída de tensión no superará el 1,5 % por cada circuito desde la generación de los módulos hasta las acometidas al cuadro principal de BT de CA en los CTs/PowerBlocks.

Dentro de lo técnicamente posible se buscará respetar los límites de c.d.t. definidos, mediante la instalación de cajas de seccionamiento a la salida de los inversores que permitan aumentar la sección del cable de BT de CA entre el inversor y el Cuadro de BT en el CT.

Sin perjuicio de los comentado, y debido a las largas distancias que hay que cubrir en la planta, se producirán en determinados circuitos una caída de tensión acumulada (CC + CA) superior al 1,5% comentado. No obstante, se calculará la caída de tensión media de los circuitos de los inversores de influencia de cada CT de modo que la media de todos sus circuitos sea inferior al 1,5%, respetándose así que la generación del conjunto de inversores de cada CT no supere el máximo del 1,5%.

6.1.6. Detalles de diseño

Los cables deben ser adecuados para un servicio continuo sin daños a la sobretensión máxima esperada del sistema donde están instalados.

A continuación, se resumen las características más importantes:

Corriente continua

- Tipo de montaje: Aéreo por estructura de módulos PV y Directamente Enterrada en zanja
- Designación del cable: H1Z2Z2-K, 1,8kV DC
- Tipo de cable: Unipolar aislado
- Nivel de aislamiento: 1.5/1.5 kV CC (0.6/1 kV CA)
- Material del conductor: Cobre
- Secciones de cable: de 4mm² a 6mm²
- Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE
- Armadura: N/A
- Pantalla: N/A
- Cubierta exterior: Libre de halógenos tipo Flamex

Corriente alterna

- Tipo de montaje: directamente enterrada en zanja
- Designación del cable: AL XZ1 (s)
- Tipo de cable: Unipolar aislado
- Nivel de aislamiento: 0.6/1 kV CA
- Material del conductor: Aluminio
- Secciones de cable: de 120mm² a 300mm²
- Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE
- Armadura: N/A
- Pantalla: N/A
- Cubierta exterior: Libre de halógenos tipo Flamex

6.1.7. Suposiciones

Hipótesis de dimensionamiento

- Temperatura máxima en régimen permanente DC 120 °C
- Temperatura máxima en régimen permanente AC 90 °C
- Temperatura máxima de cortocircuito DC/AC 250 °C
- Resistencia del conductor conforme a IEC-60228
- Potencia de los consumidores finales
 - o DC: resultado de cálculos de agrupación de paneles según potencia Wp de módulo
 - o AC: potencia de los inversores a máximo rendimiento (175 kW / 100 kW)

6.1.8. Condiciones de instalación

Se consideran las siguientes condiciones de instalación para los diferentes tipos de circuitos presentes.

- Conductores de corriente continua tramo String/Harness-Inversor (Tipo 1):
 - o Cables unipolares
 - o Instalación aérea y directamente enterrada
 - o Temperatura ambiente máxima 60°C
 - o Secciones de cable: de 4mm² a 6mm²
- Conductores de corriente alterna Inversor-CT/PowerBlock (Tipo 2):
 - o 5 circuitos por zanja
 - o Cables unipolares
 - o Directamente enterrados
 - o Profundidad mínima 0,70m
 - o Resistividad del terreno 1,5 K m/W
 - o Temperatura del terreno 20°C
 - o Secciones de cable: de 120mm² a 500mm²

6.1.9. Procedimiento de cálculo

Requisitos de dimensionamiento de cables

La sección de cada conductor es calculada según los criterios típicos de baja, esto es, Criterio de Caída Máxima de Tensión y Criterio de Intensidad Máxima Admisible en Régimen permanente.

Como es habitual en Baja Tensión, no se considera la justificación desde el punto de vista de cortocircuito (este criterio si es relevante en Media Tensión), teniéndose en cuenta en su defecto los siguientes aspectos:

- Para los cálculos de corriente continua, y en la justificación de intensidad máxima admisible, a la intensidad de paso de transporte I_T calculada en la generación se le incrementa con un factor que tiene en cuenta la intensidad de cortocircuito del módulo, ISC, dada por el fabricante, además del factor de ITC-BT-40 del 25%.
- Para los cálculos de corriente alterna, dentro de la validación de intensidad máxima admisible, se comprobará que la intensidad máxima del cable es superior a la de la protección asociada, y ésta mayor a la de transporte o paso debido a la generación, debiéndose cumplir que:

$$I_{MT} \text{ (debido a la generación)} < I_{CDP} \text{ (calibre dispositivo prot.)} < I_{Z.CABLE}$$

a. Criterio 1: Intensidad Máxima admisible

Cálculos en Corriente Continua

Se comprobará que el conductor seleccionado para corriente continua soporta en condiciones de régimen permanente la intensidad de paso que generan los módulos fotovoltaicos entre los String y los inversores.

La intensidad en CC se obtendrá por:

$$I_T = \frac{P}{U_m}$$

Donde;

- I_T : intensidad (A) de transporte o de paso debido a la potencia de generación
- P: potencia total (kW) generada por los módulos según agrupación de String
- U_m : tensión del String

La potencia se calcula a partir de la potencia pico de cada módulo, número de módulos por string y número de string.

$$P = P_M \times \left(\frac{n^\circ \text{ módulos}}{\text{String}} \right) \times (\text{n}^\circ \text{ de String})$$

Donde;

- P_M : es la potencia pico del módulo, siendo para este caso 585Wp.
- N° módulos/String: es constante y con valor igual a 24
- N° de String: según configuración de potencia, valor 1.

Se deberá calcular la tensión del String, dado como U_m , a partir del valor de U_{MPP} de cada módulo:

$$U_m = U_{MPP} \times \left(\frac{n^\circ \text{ módulos}}{\text{String}} \right)$$

Donde;

- U_{MPP} : es la tensión a máxima potencia en Voltios, dada por fabricante. Para módulos de 585Wp es 44,22 V.
- N° módulos/String: es constante y con valor igual a 24

Una vez obtenida la I_T , es necesario aplicarle un coeficiente de mayoración según REBT ITC-BT-40. Este coeficiente establece que en instalaciones de generación se considere un 25% sobre la intensidad máxima. Dado que la intensidad máxima de cada módulo es la intensidad de cortocircuito definida por el fabricante, se obtiene así un coeficiente de mayoración del siguiente modo:

$$F_{I_{MAX}} = 1,25 \times \left(\frac{I_{SC}}{I_{MPPT}} \right)$$

Donde;

- I_{SC} : es la intensidad máxima en cortocircuito que según el fabricante se puede producir en los módulos. Toma valor de 13,91 A en módulos de 585Wp.
- I_{MPPT} : es la intensidad máxima en condiciones normales de funcionamiento de cada módulo según fabricante. Toma valor de 13,23 A.
- 1,25 es el factor comentado de incremento del 25% según ITC-BT-40 de REBT.

Así, obtenido la I_T inicialmente, y el factor de incremento descrito, se obtiene la intensidad máxima de transporte o paso, I_{MT} , como el producto de I_T y el factor calculado.

$$I_{MT} = I_T \times F_{IMAX}$$

Esta intensidad será comparada con la que el fabricante del conductor asegure que soporta el cable para las condiciones de instalación, con los coeficientes de corrección que le sean de aplicación. Para el tramo de DC, y dado que la instalación discurrirá tanto al aire como enterrada, pero dado que enterrada es más restrictiva, serán de aplicación los siguientes coeficientes.

$K_{RESIS.TE}$: coeficiente que se aplica para instalaciones enterradas y cuando la resistividad térmica del terreno sea diferente de 1K.m/W.

| 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 20. Tabla de ITC-BT-07 de REBT

Para el caso de San Martín del Tesorillo, se ha considerado una resistividad media del terreno de 1,50 K.m/W.

K_{TERR} : coeficiente que se aplica para instalaciones enterradas y cuando la temperatura del terreno sea distinta de 25°C.

Para el caso de San Martín del Tesorillo se ha considerado una temperatura media del terreno de 20°C.

$K_{PROFUNDIDAD}$: coeficiente que se aplica para instalaciones enterradas y cuando la profundidad de enterramiento de los conductores sea distinta de 0,7m.

| 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 21. Tabla de ITC-BT-07 de REBT

K_{GRUPO} : coeficiente que se aplica para instalaciones enterradas y cuando discurren más de 1 circuito o terna por la misma zanja, en función de la separación entre ellas.

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

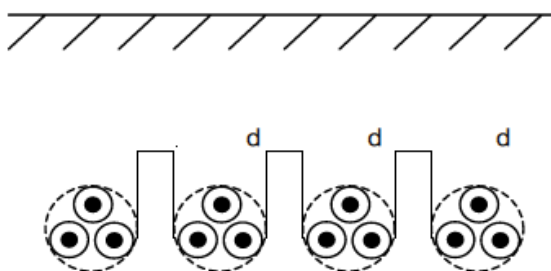


Tabla 22. Tabla de ITC-BT-07 de REBT

El resultado del producto de los factores de corrección antes descritos proporcionará el factor global K_{GLOBAL} , el cual se aplica a la intensidad que proporciona el fabricante/REBT. Del producto de todos estos factores se obtendrá el factor total o K_{GOLBAL} , el cual se aplicará a la intensidad máxima del conductor para compararla a la de paso o I_{MT} .

Válido si: $I_{ZCABLE} \times 0,95 > I_{MT}$

Cálculos en Corriente Alterna

Al igual que en los cálculos de corriente continua, se comprobará que el conductor seleccionado para corriente alterna soporta en condiciones de régimen permanente la intensidad de paso función de la potencia máxima de los inversores.

La intensidad en CA se obtendrá por:

$$I_T = \frac{S}{\sqrt{3} \times Un}$$

Donde;

- I_T : es la intensidad (A) de transporte o de paso que será función de la potencia de cada inversor.

- U_N : es la tensión de servicio de cada inversor. Según Data Sheets, definida para el equipo de 800 V de tensión trifásica.
- S: potencia aparente máxima de cada inversor. Según Data Sheet, el fabricante asegura 175 kVA y a 800 V.

La intensidad de transporte o I_T será comparada con la intensidad máxima del cable, $I_{Z,CABLE}$, una vez se le hayan aplicado los correspondientes factores de corrección, que al considerarse como instalación directamente enterrada como la parte de continua, son los descritos en el anterior apartado de *Cálculos de Corriente Continua*.

El resultado del producto de los factores de corrección antes descritos proporcionará el factor global K_{GLOBAL} , el cual se aplica a la intensidad que proporciona el fabricante.

$$I_{Z,CABLE} = I_{CABLE} \times K_{GLOBAL}$$

Dónde I_{CABLE} es la intensidad que el fabricante asegura para el conductor.

En estas condiciones, el criterio de Intensidad Máxima en Régimen permanente será válido si:

$$\text{Válido si: } I_{Z,CABLE} \times 0,95 > I_T$$

b. Criterio 2: Caída de tensión.

Según REBT, en su ITC-BT-40 se establece un límite de caída de tensión el 1,5% para instalaciones de generación. Por lo tanto, la suma de la caída de tensión más desfavorable en tramo de DC String-Inversor y la del tramo de AC Inversor-CT/Powerblock no debe ser superior al 1,5%.

Dado que los tramos de corriente continua se constituyen por hasta 14 líneas de agrupaciones de String que alimentan a su correspondiente inversor, estando estos situados en diversas ubicaciones, se calculará la caída de tensión máxima producida en el tramo DC String-Inversor, para posteriormente añadirse al tramo de AC Inversor-CT/Powerblock.

Los cálculos de caída de tensión de se realizarán como sigue:

Cálculo de Caída de Tensión en Corriente Continua

Los cálculos de caída de tensión en corriente continua se realizarán como sigue:

$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot R = \frac{2 \cdot L \cdot P}{S \cdot U \cdot \delta}$$

Dónde;

- L: longitud del trazado en metros
- P: potencia de transporte em Watios
- S: sección del conductor en mm²
- U: tensión de suministro
- δ : conductividad del material

La tensión de suministro U coincide con la tensión calculada anteriormente de Un, obteniendo para 24 módulos por String una tensión de 1061,28 V.

La sección será 4 o 6 mm² de conductor solar de cobre de tipo H1Z2Z2-K 1,5kV, según especificaciones.

La conductividad del material, en este caso del cobre, se calcula como la inversa de la resistividad para la temperatura máxima prevista del conductor, esto es, 90°C.

Una vez conocida la resistividad del material para 20°C, se obtiene la misma para cualquier temperatura como:

$$R_{\theta 2} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (T^{\text{a}}_{\theta 2} - 20))$$

Dónde;

- R₂₀: es la resistividad del material en CA a 20°C. En este caso, la resistividad del material cobre a 20°C en CA es de 0,0176Ωmm²/m.
- α : es el coeficiente de temperatura del material. Para el cobre es de 0,0039 (1/°C).

De este modo, se obtienen los siguientes valores de resistividad y su inversa de conductividad.

| COBRE | | | | | |
|---|----------|----------|--|-------|-------|
| RESISTIVIDAD ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) | | | CONDUCTIVIDAD σ ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$) | | |
| 20 °C | 70 °C | 90 °C | 20 °C | 70 °C | 90 °C |
| 0,017600 | 0,021032 | 0,022405 | 56,82 | 47,55 | 44,63 |

Tabla 23. Valores de resistividad y conductividad del cobre a 20, 70 y 90°C.

Como se ha adelantado anteriormente, y dado que la caída de tensión se calculará a origen tanto para tramo de continua/alterna, se calculará todos los tramos entre conector agrupador de String y su inversor, tomando el que produzca una mayor caída de tensión, para repercutírsele posteriormente a la caída de tensión el tramo alterna Inversor-CT/Powerblock.

Cálculo de Caída de Tensión en Corriente Alterna

Se calculará la caída de tensión producida en corriente alterna entre los inversores y su panel de CA en el CT/PowerBlock correspondiente. El trazado discurrirá directamente enterrado.

Se aplicará la siguiente fórmula de c.d.t. para circuitos trifásicos de corriente alterna:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \text{sen}\varphi)$$

Dónde;

- I: intensidad máxima de paso o de transporte, debido a la tensión nominal y potencia máxima de los inversores. Esta intensidad coincide con I_T calculada anteriormente.
- L: longitud del tramo en estudio, en kilómetros.
- R: resistencia del conductor en Ohm/Km
- X: reactancia. Este valor se puede despreciar para conductores de Baja Tensión o asumir un valor de 0,08, según recomendación de fabricante de cable.
- $\text{Cos}\delta$: factor de potencia de la instalación, considerado como 0,9.

La resistencia del conductor, al igual que en la resistividad, se debe pasar a la temperatura de trabajo a partir del valor que da el fabricante, normalmente para 20°C.

| RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR A DIFERENTES TEMPERATURAS | | |
|---|--------------|-------|
| $R_{\theta 2} = R_{\theta 1} \cdot [1 + \alpha \cdot \Delta\theta]$ | | |
| | T° | |
| S | 20 | 90 |
| 120 | 0,253 | 0,322 |
| 150 | 0,206 | 0,262 |
| 185 | 0,164 | 0,209 |
| 240 | 0,125 | 0,159 |
| 300 | 0,1 | 0,127 |

Figura 14. Valores de resistencia a diferentes temperaturas de cable Aluminio XZ1

Si la suma de la caída de tensión máxima producida en corriente continua y la de alterna es inferior a 1,5%, se considerará el conductor válido para este criterio.

6.2. Cálculos de Cables de Media Tensión

6.2.1. Introducción

En este apartado se define los criterios de cálculo de las secciones transversales de los conductores de Media Tensión de la planta fotovoltaica PV Adar de 49,9 MWp.

6.2.2. Alcance

El alcance de este documento se corresponde a los circuitos de 45 kV entre los distintos Centros de Transformación o PB y entre éstos y su conexión en último tramo a la Subestación Transformadora de la Planta Fotovoltaica, previo paso por un Centro de Seccionamiento interior a la planta. De igual modo, se definirá el criterio tomado para la justificación de la línea de MT en 45 kV de evacuación entre la planta y la subestación.

Los circuitos internos constituyen las líneas de Media Tensión de la Planta Fotovoltaica, y discurrirán, como se comentará posteriormente, en zanja directamente enterrados en la mayor parte del trazado.

Los circuitos internos constituyen las líneas de Media Tensión de la Planta Fotovoltaica, y discurrirán, en general directamente enterrados dentro de la planta y bajo tubo en cruzamientos de viales. Del mismo modo, la Línea de Evacuación de MT hacia la Subestación colectora discurrirá bajo tubo.

Los cables MT se dimensionarán de acuerdo con los criterios más exigentes:

- Máxima intensidad admisible del cable.
- Caída de tensión del circuito.
- Máxima intensidad de cortocircuito admisible.

- Pérdidas de potencia.

6.2.3. Códigos y normal aplicables

Se deberá cumplir con todas las Leyes, Normas y Reglamentos Oficiales de obligado cumplimiento, tanto nacionales como autonómicas y locales, así como aquellas otras que expresamente se indique, siempre en su última edición en vigor.

Cuando se produzcan discrepancias entre las diversas normas, o entre éstas y la presente especificación, se aplicará la más exigente. En otro caso se informará al Titular, que decidirá la norma aplicable.

- R.D. 223/2008 de 15 de Febrero, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Otra normativa de aplicación:

- IEC 60028:1925. International standard of resistance for copper.
- IEC 60228:2004. Conductors of Insulated Cables.
- IEC 60287 (all parts) (IEC 60287:2020 SER). Electric cables - Calculation of the current rating
- IEC 60227-1:2007 Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 1: General requirements.
- IEC 60949:1988/AMD1:2008. -Amendment 1 - Calculation of thermally permissible shortcircuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects
- IEC 60909-0:2016 ed 2.0 -Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 0: Calculation of currents
- IEC TR 60909-1:2002 ed 2.0. -Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 1: Factors for the calculation of short-circuit currents according to IEC 60909-0
- IEC TR 60909-2:2008 ed 2.0. -Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations
- IEC 60909-3:2009 ed 3.0.- Short-circuit currents in three-phase AC systems - Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.

6.2.4. Datos iniciales

Características del emplazamiento de la planta Solar

Las características ambientales y de ubicación quedan descritas en el apartado anterior de esta memoria.

Trazado de la Línea de Evacuación

La línea de evacuación recorrerá unos 19.800 metros entre la planta FV y la Subestación. Discurre en su mayoría por tierras de labranza.

Niveles de Tensión

El sistema se diseña con una tensión nominal de 45 kV.

6.2.5. Bases de Diseño

Capacidad de carga

Se tomará como corriente nominal de los cables la que proporcione el fabricante de estos, y éstas deben estar de acuerdo con las citadas normas UNE y siempre al menos las expuestas en RLAT para las mismas condiciones de instalación. Se aplicarán factores de instalación de acuerdo con las condiciones específicas ambientales y de instalación.

Las temperaturas de terreno y ambiente consideradas para el cálculo deben ser dadas por las condiciones locales y discriminada para instalaciones directamente enterradas, para el caso de los circuitos internos a la planta, y bajo tubo para la línea de evacuación hacia la subestación colectora. Para el caso que nos ocupa se tomarán los valores presentados en el Estudio Geotécnico realizado ad hoc para este proyecto.

Se buscará que los cables no estén con una sobrecarga mayor al 95%.

En este caso, se han dimensionado los cables para la potencia máxima de los transformadores de potencia, aunque los inversores no suministren a ese nivel, de modo que los cálculos estén del lado de la seguridad.

Los transformadores instalados en los Centros de Transformación serán de potencia unitaria de 5000 kVA (9 uds.) y 2500 kVA (1 ud.).

Si por el contrario se tomara la potencia máxima generada por los inversores, los datos serían muy parecidos.

Los inversores son de $P_{INV} = 175$ KW (256 uds) y $P_{INV} = 100$ KW (2 uds), y dado que se instalan 27 inversores por cada CT como máximo, se obtiene una potencia de 4725 kW.

Dado que se diseñan 4 circuitos de MT, los cuales se alimentan desde 3 o 2 CTs, se tendrá una potencia máxima de circuito de 3×4725 kW = 14.175 kW.

Expuesto lo anterior, y como se ha adelantado, se tomarán para los cálculos los valores de potencia máxima de los transformadores, esto es 5000 kVA, estando así del lado de la seguridad.

Para la Línea de Evacuación, se tomará como potencia de transporte la máxima nominal que la planta puede generar, esto es, 45,00 MWn.

Caída de Tensión

Se debe comprobar que no se provoca una caída de tensión mayor del 1% de la tensión nominal entre los distintos tramos de MT entre Centros de Transformación, y para el tramo entre el último PB y la Subestación Transformadora.

Del mismo modo, se asumirá 1% máximo de CdT para la línea de evacuación.

Cortocircuito

Se considerarán las siguientes condiciones:

- Máxima corriente de cortocircuito esperada.
- Tiempos de eliminación de fallas: 1 seg
- Aumento máximo de temperatura admisible (según el material aislante) para determinar la sección transversal mínima del cable que se utilizará.
- Tanto los cables como las abrazaderas de cable deben ser capaces de soportar la corriente máxima de cortocircuito en el punto de instalación.

Se tomarán como datos del nivel de cortocircuito el valor de 20kA en 1s.

6.2.6. Detalles de Diseño

Los cables deben ser adecuados para un servicio continuo sin daños a la sobretensión máxima esperada del sistema donde están instalados. En este caso, la tensión nominal del sistema es 45kV.

A continuación, se resumen las características más importantes:

- Tipo de montaje: Directamente enterrado (protegido bajo tubo en cruces de viales)
- Tensión nominal: 45 kV
- Designación del cable: RHZ1 - AL unipolares
- Tipo de cable: Unipolar aislado
- Nivel de aislamiento: 26/45 kV
- Material del conductor: Aluminio
- Secciones de cable: 240, 300, 400, 500, 630 mm²
- Aislamiento: XLPE
- Armadura: N/A
- Pantalla: Alambre de cobre 16mm²

La separación mínima entre circuitos será de 20cm.

6.2.7. Condiciones de Diseño

Hipótesis de Dimensionamiento

- | | |
|---|----------------------|
| - Temperatura Máxima en Régimen Permanente: | 105°C |
| - Temperatura Máxima en Régimen de Cortocircuito: | 250°C |
| - Resistencia del Conductor: | conforme a IEC-60228 |
| - Factor de Carga Máxima del Conductor | 95 % |

Se definen las temperaturas de trabajo tanto en régimen permanente (105°C) como en régimen de cortocircuito (250°C).

Condiciones de Instalación

Se consideran las siguientes condiciones de instalación para los diferentes tipos de circuitos presentes:

- Tipo de Instalación: directamente enterrados
- Formación de ternas: al tresbolillo
- Separación entre ternas dentro de misma zanja: 0,2m
- Profundidad de enterramiento: 1,25 m para el caso de 2 ternas y 1,5m para el caso de 3 o más ternas. Distancias tomadas desde la superficie de la zanja hasta el centro de la formación de tresbolillo del cable más profundo de la zanja.
- Tipo de cables: unipolares
- Resistividad media del terreno: 1,5 K.m/W
- Temperatura media del terreno: 20 °C
- Resistividad media del terreno: 1,5 K.m/W
- Temperatura media del terreno: 20°C

6.2.8. Procedimiento de Cálculo

A. Criterio de Intensidad Máxima Admisible

El conductor elegido debe ser capaz de soportar la intensidad máxima en las condiciones de régimen permanente establecidas.

$$I_{MT} = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} \quad (1)$$

Donde;

- I_{MT} : intensidad máxima de transporte debida a la potencia a transportar.
- S: potencia aparente máxima de los transformadores. Todos los tramos son para transformadores de 5000 kVA (excepto 1 transformador de 2500 kVA) para el caso de los circuitos internos, y de 45 MWn para el caso de la línea de evacuación.

- U: tensión nominal, 45 kV

Una vez obtenida la intensidad máxima de transporte (I_{MT}) debida a la potencia de máxima de los transformadores, ésta debe ser como máximo un 95% de la intensidad máxima admisible del conductor (I_{maxc}) una vez se le hayan aplicado los coeficientes correctivos.

La I_{maxc} (intensidad máxima del conductor) se toma de los valores garantizados por el fabricante del conductor, los cuales deben ser como mínimo iguales a los establecidos en la ITC-LAT-08 de RLAT.

| 1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm ²) | Intensidad máxima admisible enterrado* (A) | Intensidad máxima admisible al aire** (A) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Reactancia inductiva (Ω/km) | Capacidad (μF/km) |
|---|--|---|--|-----------------------------|-------------------|
| 26/45 kV | | | | | |
| 1x35/16 | 132 | 134 | 0,868 | 0,161 | 0,133 |
| 1x50/16 | 157 | 160 | 0,641 | 0,153 | 0,143 |
| 1x70/16 | 193 | 201 | 0,443 | 0,143 | 0,162 |
| 1x95/16 | 226 | 236 | 0,32 | 0,137 | 0,174 |
| 1x120/16 | 262 | 280 | 0,253 | 0,132 | 0,186 |
| 1x150/16 | 295 | 318 | 0,206 | 0,126 | 0,208 |
| 1x185/16 | 334 | 365 | 0,164 | 0,121 | 0,223 |
| 1x240/16 | 389 | 432 | 0,125 | 0,116 | 0,246 |
| 1x300/16 | 440 | 498 | 0,1 | 0,112 | 0,273 |
| 1x400/16 | 505 | 582 | 0,0778 | 0,106 | 0,343 |
| 1x500/16 | 579 | 681 | 0,0605 | 0,102 | 0,379 |
| 1x630/16 | 663 | 798 | 0,0469 | 0,098 | 0,422 |
| 1x800/16 | 749 | 920 | 0,0367 | 0,094 | 0,463 |
| 1x1000/16 | 836 | 1052 | 0,0291 | 0,091 | 0,547 |

Tabla 24. Tabla de intensidades para conductor 45kV.

Para nuestro caso, y conforme a la Normativa de Iberdrola, el conductor seleccionado es de la siguiente característica:

- Unipolar, RHZ1 26/45 kV, Aluminio, XLPE

Los factores de corrección que deben aplicarse son los definidos en la ITC-LAT-06 “Líneas Subterráneas con Cables Aislados” del RLAT, siendo los siguientes de aplicación en nuestra instalación de tipo directamente enterrada:

Factor de Corrección por Temperatura del terreno

RLAT establece que, para condiciones de temperatura media del terreno distintas de 25°C, se debe aplicar un coeficiente de corrección según la siguiente tabla:

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

Tabla 25. Tabla 7 de ITC-LAT-06 de RLAT

Dado que el estudio geotécnico arroja un valor de temperatura media del terreno de 20°C, se tomará el factor de corrección K_t como 1,03.

$$K_t = 1,03$$

Factor de Corrección por Resistividad del Terreno

RLAT establece que, para condiciones de resistividad media del terreno distintas de 1,5 K.m/W, se debe aplicar un coeficiente de corrección según la siguiente tabla:

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

Tabla 26. Tabla 8 de ITC-LAT-06 de RLAT

Dado que la resistividad media del terreno que define el estudio geotécnico es igual a 1,5 K.m/W, no se precisa factor de corrección, tomándose K_r igual a 1.

$$K_r = 1$$

Factor de Corrección por Agrupamiento de Ternas en Zanja

RLAT establece la obligatoriedad de aplicar un factor de corrección cuando en una misma zanja se instalan más de una terna de cables, en función de la separación entre ellas.

| | | 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 27. Tabla 10 de ITC-LAT-06 de RLAT

Como se ha definido, se establece una separación entre ternas en una misma zanja de, al menos, 0,2m, tanto en distancia vertical como horizontal. Como quiera que se prevé tramos con zanjas de hasta 3 ternas de cables de MT, manteniendo la distancia mínima de 0,2m, se aplicarán los coeficientes K_a en función del tramo en el que se encuentre. K_a por lo tanto podrá tomará distintos valores:

- Zanja con 1 terna ➔ $K_a=1$
- Zanja con 2 ternas ➔ $K_a=0,82$
- Zanja con 3 ternas ➔ $K_a=0,73$

Para el caso de la línea de evacuación, se suponen hasta 2 zanjas necesarias para albergar los conductores tanto de la planta Adar como de las 6 plantas adyacentes. De este modo, se aplicará el factor de corrección medio de $K_a=0,55$.

Factor de Corrección por Profundidad de enterramiento

RLAT establece que, para profundidades de enterramiento distintas de 1m, se apliquen los siguientes factores de corrección en función de la profundidad y sección del conductor:

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

Tabla 28. Tabla 11 de ITC-LAT-06 de RLAT

Suponiendo una profundidad de zanja de máximo 1,25m, se aplicarán los siguientes coeficientes de corrección Kp:

$$K_p = 0,98 (1,25m)$$

Definidos los 4 factores correctores anteriores, se obtendrá un factor de corrección total K, que será el producto de los 4 factores descritos:

$$K = K_t \times K_r \times K_a \times K_p$$

El criterio de Intensidad Máxima Admisible será válido si la Intensidad máxima de transporte I_{MT} no supera el 95% de la Intensidad Máxima del cable, una vez aplicado el coeficiente correcto total K.

$$\text{Si } I_{MT} < 95\% \text{ de } I_{max} \times K \rightarrow \text{VÁLIDO}$$

B. Criterio de Máxima Caída de Tensión

De acuerdo con Normativa, se establece una caída máxima de tensión del 1% de la tensión nominal para los circuitos de MT y la línea de evacuación.

La caída de tensión en voltios se calculará como:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times L \times I_{MT} \times (R \times \cos\phi + X \times \sin\phi) \quad (2)$$

Donde;

- L[m]: Longitud del cable
- I_{MT} [A]: Intensidad máxima de transporte

- R [mΩ/m] Resistencia del cable en Corriente Alterna (a 105°C y 50 Hz)
- X [mΩ/m] Reactancia del cable en Corriente Alterna (a 50 Hz)
- cos ø: Factor de potencia de la carga
- N: Número de cables en paralelo por fase

Si $\Delta V(\%) < 1\% U_n \rightarrow$ VÁLIDO

C. Criterio de Intensidad de Cortocircuito Máxima Admisible

El conductor seleccionado debe ser capaz de soportar la intensidad de cortocircuito máxima prevista para el tiempo máximo de despeje de falta, definidas como:

$$I_{\max cc} = 20 \text{ kA}$$

$$T_{cc} = 1 \text{ s}$$

La intensidad máxima de cortocircuito admisible en el conductor se calcula de acuerdo a la norma UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las densidades de corriente que se indica a continuación.

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}} \quad (3)$$

Donde;

- I_{cc} (kA): intensidad máxima de cortocircuito admisible por el conductor
- S(mm²): sección efectiva de conductor
- K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor, temperaturas inicial y final del proceso de cc y que coincide con la densidad de corriente de cc.
- t_{cc} (s): duración del cortocircuito, en segundos.

El valor K o densidad de corriente se obtiene, según RLAT, de la siguiente tabla de valores, en función del tipo de aislamiento del cable, diferencia de temperaturas antes y en el cortocircuito y en el tiempo de despeje de falta.

| Tipo de aislamiento | $\Delta\theta^*$ (K) | Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | |
| PVC: | | | | | | | | | | | | |
| sección $\leq 300 \text{ mm}^2$ | 90 | 240 | 170 | 138 | 107 | 98 | 76 | 62 | 53 | 48 | 43 | |
| sección $> 300 \text{ mm}^2$ | 70 | 215 | 152 | 124 | 96 | 87 | 68 | 55 | 48 | 43 | 39 | |
| XLPE, EPR y HEPR | 160 | 298 | 211 | 172 | 133 | 122 | 94 | 77 | 66 | 59 | 54 | |
| HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$ | 145 | 281 | 199 | 162 | 126 | 115 | 89 | 73 | 63 | 56 | 51 | |

Tabla 29. Extracto de RLAT de valor K de densidad de corriente de CC.

Así, para nuestro sistema elegido, se ha establecido, como exige Iberdrola en su normativa, que la temperatura del conductor en régimen permanente sea como máximo de 105°C, y en régimen de cortocircuito de 250°C, teniendo por lo tanto $DQ=250-105=145^{\circ}\text{C}$.

De igual manera, dado que el tiempo máximo de duración de cortocircuito es de $t_{cc}=1\text{s}$, se obtiene así para conductor HEPR un valor de $K=94\text{ A/mm}^2$.

Con los valores anteriores junto a la sección del conductor se calculará la intensidad máxima de cortocircuito que soporta el conductor. Si ésta es mayor a 20 kA, se considera válido para este criterio.

D. Criterio de Máximas Pérdidas de Potencia

No se deberá producir una pérdida de potencia que supere el 1% de la potencia transportada en ese circuito.

Las pérdidas por efecto Joule provocadas por la circulación de la corriente eléctrica por los cables que conforman el circuito se calculan mediante la siguiente expresión, para el caso de circuito trifásico formado por un cable por fase:

$$P_p = 3 \times R \times L \times I_{MT}^2 \quad (4)$$

Dónde;

- L(m): longitud de cable
- R(Ω /m): resistencia del conductor en corriente alterna a 105°C y 50Hz
- I_{MT} (A): intensidad máxima de transporte por el conductor
- P_p (kW): pérdida de potencia

Siempre que se cumpla que la pérdida de potencia calculada es menor al 1% de la potencia transportada, se considerará como Válido el conductor para este criterio.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|--------------|---|--------------------------------|-----|-------------------------------|--------|---|------|---|------|---------------------------|--------|-------------------------|-----------|--------------|------|------------------------------|--|--------------------|--|------------------------|--|-----------------------|--|-------|--|------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------------|--|
| ADAR | Adar Pto.Sra. Maria | 45 | A | 26/45 | 250 | TF | 45.000 | 19.800 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 100 | 45.000 | 0,90 | 50.000,00 | 1,5% | 0,68 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código Circuito | | Denominación | | Tensión nominal de la red (kV) | | Categoría de la red (A, B, C) | | Tensión asignada del cable U ₀ /U (kV) | | Tensión soportada a impulsos U _p /U (kV) | | Tipo de circuito (MF, TF) | | Potencia instalada (kW) | | Longitud (m) | | Coeficiente de simultaneidad | | Factor de arranque | | Rendimiento mecánico % | | Potencia cálculo (kW) | | cos φ | | Potencia cálculo (kVA) | | ΔV _{máximo} (%) | | Caída de tensión prevista (kV) | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|--|-------|--------------------------------|--------|---|----|--|------------------|------------------------------|------|------------------------------|---|---------------------------|---|---|---|---------------------------------|---|-----------------------------------|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|
| UNI | XLPE | T | 1.909 | 1.0 | 641.50 | 25 | 30 | 7 | Aciliso/rmv seco | 1.20 | 1.00 | 7 | 8 | BP | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Definición cable (UNI, MAN) | | Tipo de aislamiento (PVC, EPR, XLPE, HEPR) | | Tipo de instalación (DE, T, G) | | Potencia de cortocircuito S _{cc} (MVA) | | Tiempo de duración del cortocircuito t _{cc} (s) | | Intensidad de cálculo (en A) | | Temperatura del terreno (°C) | | Temperatura ambiente (°C) | | Naturaleza del terreno y grado de humedad | | Resistividad del terreno (K·mW) | | Profundidad de la instalación (m) | | Número de circuitos simultáneos | | Número de circuitos simultáneos teniendo en cuenta fases múltiples (Aluminio) | | Tipo de soporte en tipo de instalación "G" (BC, BP, EP) | | Nº de bandejas (Tipo Instalación "G" para casos "BC" o "BP") - Conductores de Cobre - | | Nº de bandejas (Tipo Instalación "G" para casos "BC" o "BP") - Conductores de Aluminio - | | ¿Los ternos unipolares son cables juntos tres a tres o separados un diámetro entre sí (U/S)? - (Instalación tipo "G") | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|------|---|------|--|------|---|------|--|------|---|------|--|------|---|------|---|------|---|------|---|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,2 | 0 | 0 | N | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0,60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Separación de ternos unipolares o de cables tripolares agrupados en instalaciones enterradas (0, 0,2, 0,4; 0,6; 0,8 m) - (Instalaciones Tipo "DE" o "T") | | Separación entre cables en instalaciones tipo "G" (0, < d, d) | | Distancia de la pared en instalaciones tipo "G" (0, >2 cm) | | ¿Instalación expuesta al sol (S, N)? - (Instalaciones Tipo "G") | | Factor de corrección por Temperatura del Terreno | | Factor de corrección por Temperatura del Aire | | Factor de corrección por Resistividad del Terreno - Aluminio - | | Factor de corrección por Profundidad de la Instalación - Aluminio - | | Factor de corrección por Agrupamiento en instalaciones enterradas - Aluminio - | | Factor de corrección por Agrupamiento en instalaciones al aire - Aluminio - | | Factor de corrección por cables expuestos directamente al sol | | Intensidad de cálculo corregida (en A) - Aluminio - | | Intensidad máxima admisible (en A) - Aluminio - | | Sección de Aluminio (en mm ²) - Intensidad Admisible - | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|--|-------|--|----------|--|-----|--|------|---|--------|--|--------|---|--|---|--|---|--|---|--|---------------------------------|--|--|--|
| 25.00 | 94 | 205.96 | 0,076 | 0,00600 | 1.141,24 | 2 | 650 | 243(1x670) | 1272 | 84,05% | 611,38 | 1,38% | 641,50 | | | | | | | | | | | | |
| Intensidad de cortocircuito I _{cc} (kA) | | Coeficiente de cortocircuito K (A/mm ²) - Aluminio - | | Sección mínima del conductor por cortocircuito (mm ²) - Aluminio - | | Resistividad del Aluminio (Ω·mm ² /m) | | Reactancia del Aluminio (Ω·mm ² /m) | | Sección mínima del conductor por caída de tensión (mm ²) - Aluminio - | | Sección de Aluminio (en mm ²) - Caída de Tensión - | | Conductor calculado (mm ²) - Aluminio - | | Intensidad máxima admisible del cable obteniendo (A) - Aluminio - | | Factor de carga del cable obtenido - Aluminio - | | Caída de Tensión Real (en V) - Aluminio - | | Caída de ΔV (en %) - Aluminio - | | Criterio de cortocircuito - Aluminio - | |
| Nº conductores por fase | | Sección normalizada | | Nº conductores por fase | | Sección normalizada | | Nº conductores por fase | | Sección normalizada | | Nº conductores por fase | | Sección normalizada | | | | | | | | | | | |

Tabla 30. Resultado cálculo línea de evacuación

6.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

6.3.1. Intensidad del lado de alta tensión

La intensidad primaria entre fases, del sistema trifásico media tensión, viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p} \quad (\text{Amperios})$$

Siendo:

- P (Potencia) = 5000 KVA
- V_p (tensión primaria) = 45 kV

Obteniéndose:

$$I_p \text{ (intensidad primaria)} = 64,15 \text{ A}$$

- P (Potencia) = 2500 KVA

- V_p (tensión primaria) = 45 kV

Obteniéndose:

$$I_p \text{ (intensidad primaria)} = 32,07 \text{ A}$$

6.3.2. Intensidad del lado de baja tensión

La intensidad secundaria entre fases, del sistema trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_s} \text{ (Amperios)}$$

Siendo:

- P (Potencia) = 5000 kVA
- V_s (tensión secundaria) = 0,8 kV

Se obtiene:

$$I_s \text{ (intensidad secundaria)} = 3608,44 \text{ A}$$

- P (Potencia) = 2500 kVA
- V_s (tensión secundaria) = 0,8 kV

Se obtiene:

$$I_s \text{ (intensidad secundaria)} = 1804,22 \text{ A}$$

6.3.3. Cortocircuitos

El cortocircuito en el lado de baja se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{CCS} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_s \times V_{CC}} \text{ (KA)}$$

Siendo:

- P (Potencia del transformador) = 5000 kVA
- V_s (tensión secundaria) = 0,8 kV
- V_{CC} (tensión porcentual de cortocircuito del transformador) = 6%

Se obtiene:

$$I_{CCS} \text{ (intensidad cortocircuito secundaria)} = 60,14 \text{ kA}$$

- P (Potencia del transformador) = 2500 kVA
- V_s (tensión secundaria) = 0,8 kV
- V_{CC} (tensión porcentual de cortocircuito del transformador) = 6%

Se obtiene:

$$I_{CCS} \text{ (intensidad cortocircuito secundaria)} = 30,07 \text{ kA}$$

El cortocircuito en el lado de media tensión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{ccMT} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- $S_{cc} = 350$ MVA (potencia de cc instalada em la red)
- U (tensión secundaria) = 45 kV

Se obtiene:

$$I_{ccs} (\text{intensidad cortocircuito secundaria}) = 4,49 \text{ kA}$$

6.3.4. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

6.3.4.1 Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de $150 \Omega \cdot m$

6.3.4.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

- Tipo de neutro

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

- Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Así mismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 500.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

6.3.4.3 Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría ", editado por UNESA.

- Tierra de protección.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

- Tierra de servicio.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida. Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm y longitud 2 m, unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

6.3.4.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 45000$ V.
- Puesta a tierra del neutro:
 - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{bt} = 10000$ V.
- Características del terreno:
 - r (terreno) ($\Omega \cdot m$): 150.
 - r_H (hormigón) ($\Omega \cdot m$): 3000.

- TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_E), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot r(\Omega)$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{d\max}(A)$$

- Aumento del potencial de tierra, U_E :

$$U_E = R_t \cdot I_d(V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/82.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 8.0 x 4.0.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 8.
- Longitud de las picas (m): 2.

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Rectángulo de 8.0 m x 4.0 m.

Sección conductor = 50 mm².
 Diámetro picas = 14 mm.
 L_p = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0'5 m

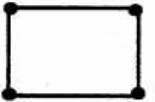
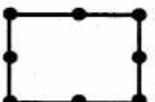
| CONFIGURACION | L_p (m) | RESISTENCIA K_r | TENSION DE PASO K_p | TENSION DE CONTACTO EXT $K_c = K_p(\text{acc})$ | CODIGO DE LA CONFIGURACION |
|--|--------------|----------------------|--------------------------|--|----------------------------|
| Sin picas | - | 0.088 | 0.0169 | 0.0508 | 80-40/5/00 |
| 4 picas  | 2 | 0.072 | 0.0154 | 0.0338 | 80-40/5/42 |
| | 4 | 0.061 | 0.0127 | 0.0255 | 80-40/5/44 |
| | 6 | 0.053 | 0.0107 | 0.0204 | 80-40/5/46 |
| | 8 | 0.047 | 0.0093 | 0.0169 | 80-40/5/48 |
| 8 picas  | 2 | 0.065 | 0.0134 | 0.0284 | 80-40/5/82 |
| | 4 | 0.053 | 0.0103 | 0.0192 | 80-40/5/84 |
| | 6 | 0.045 | 0.0083 | 0.0141 | 80-40/5/86 |
| | 8 | 0.039 | 0.0069 | 0.0110 | 80-40/5/88 |

Tabla 31. Configuración Tipo UNESA

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, K_r ($\Omega/\Omega \cdot m$) = 0.065.

- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega \cdot m)A)) = 0.0134$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega \cdot m)A)) = 0.0284$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot r(\Omega) = 0.065 \cdot 150 = 9.75 \Omega$$

$$I_d = I_{d\text{máx}}(A) = 500 A$$

$$U_E = R_t \cdot I_d(V) = 9.75 \cdot 500 = 4875 V$$

- TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega \cdot m) = 0.135$.

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
 Separación entre picas : 3 m
 Longitud pica = 2 m.

Sección conductor = 50 mm².
 Diámetro picas = 14 mm.

PROFUNDIDAD = 0'5 m.

| NUMERO DE PICAS | RESISTENCIA K_r | TENSION DE PASO K_p | CODIGO DE LA CONFIGURACION |
|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------------|
| 2 | 0,201 | 0,0392 | 5/22 |
| 3 | 0,135 | 0,0252 | 5/32 |
| 4 | 0,104 | 0,0184 | 5/42 |
| 6 | 0,073 | 0,0120 | 5/62 |
| 8 | 0,0572 | 0,00345 | 5/82 |

Tabla 32. Configuración tipo UNESA seleccionada

Sustituyendo valores:

$$R_{t_NEUTRO} = K_r \cdot r(\Omega) = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega$$

6.3.4.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = K_p \cdot r \cdot I_d = 0.0252 \cdot 150 \cdot 500 = 1890 V$$

6.3.4.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el suelo del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Así mismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'_{p(acc)} = K_c \cdot r \cdot I_d = 0.0284 \cdot 150 \cdot 500 = 2130 \text{ V}$$

6.3.4.7. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ca} + 6 \cdot r_s \cdot C_s)/1000)$$

$$U_{p(acc)} = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ca} + 3 \cdot r_s \cdot C_s + 3 \cdot r_H)/1000)$$

$$C_s = 1 - 0.106 \cdot [(1 - r/r_s)/(2 \cdot h_s + 0.106)]$$

$$t = t' \cdot t''s$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_{p(acc)}$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

r = Resistividad natural del terreno, en $\Omega \cdot m$.

r_s = Resistividad superficial del suelo, en $\Omega \cdot m$.

r_H = Resistividad del hormigón, 3000 $\Omega \cdot m$.

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 6.3.4.2 el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7s$$

$$t = t' = 0.7s$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ca} + 6 \cdot r_s \cdot C_s}{1000}\right) = 10 \cdot 165.2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1}{1000}\right) = 9746.8 V$$

$$U_{p(acc)} = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ca} + 3 \cdot r_s \cdot C_s + 3 \cdot r_H}{1000}\right)$$

$$U_{p(acc)} = 10 \cdot 165.2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) = 23871.4 V$$

$$C_s = 1 - 0.106 \cdot \left[\frac{1 - \frac{r}{r_s}}{2 \cdot h_s + 0.106} \right] = 1 - 0.106 \cdot \left[\frac{1 - \frac{150}{150}}{2 \cdot 0 + 0.106} \right] = 1$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

| Concepto | Valor calculado | Condición | Valor admisible |
|--------------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|
| Tensión de paso en el exterior | $U'_p = 1890 V.$ | < | $U_p = 9746.8 V.$ |
| Tensión de paso en el acceso | $U'_{p(acc)} = 2130 V.$ | < | $U_{p(acc)} = 23871.4 V.$ |

Tensión e intensidad de defecto

| Concepto | Valor calculado | Condición | Valor admisible |
|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------|
| Aumento del potencial de tierra | $U_E = 4875 V.$ | < | $U_{bt} = 10000 V.$ |

6.3.4.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación. No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una

distancia de separación mínima (D_{n-p}), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n-p}^3 \cdot \frac{r \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{150 \cdot 500}{2000 \cdot \pi} = 11.94 \text{ m}$$

Siendo:

r = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot \text{m}$.

I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 12 como mínimo.

6.4. Cálculo del generador.

6.4.1. Alcance.

El alcance de este apartado se corresponde al cálculo del número de módulos máximos y mínimos en serie para cada string, además del número máximo de ramas en paralelo, teniendo en cuenta la temperatura ambiente de la ubicación de la planta fotovoltaica.

El número mínimo por serie está limitado por la tensión mínima de entrada al inversor en la que sigue la máxima potencia.

El número máximo de módulos conectados en serie viene limitado por la tensión máxima en vacío de entrada al inversor.

El número máximo de ramas conectados en paralelo viene limitado por la intensidad máxima de entrada al inversor.

A continuación, se muestran los parámetros eléctricos de los módulos fotovoltaicos.

SPECIFICATIONS

| Module Type | JKM565M-7RL4-V | | JKM570M-7RL4-V | | JKM575M-7RL4-V | | JKM580M-7RL4-V | | JKM585M-7RL4-V | |
|---|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 565Wp | 420Wp | 570Wp | 424Wp | 575Wp | 428Wp | 580Wp | 432Wp | 585Wp | 435Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 43.77V | 40.74V | 43.89V | 40.85V | 44.00V | 40.96V | 44.11V | 41.07V | 44.22V | 41.18V |
| Maximum Power Current (Imp) | 12.91A | 10.32A | 12.99A | 10.38A | 13.07A | 10.44A | 13.15A | 10.51A | 13.23A | 10.57A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 52.97V | 50.00V | 53.09V | 50.11V | 53.20V | 50.21V | 53.31V | 50.32V | 53.42V | 50.42V |
| Short-circuit Current (Isc) | 13.59A | 10.98A | 13.67A | 11.04A | 13.75A | 11.11A | 13.83A | 11.17A | 13.91A | 11.23A |
| Module Efficiency STC (%) | 20.67% | | 20.85% | | 21.03% | | 21.21% | | 21.40% | |
| Operating Temperature(°C) | -40°C~+85°C | | | | | | | | | |
| Maximum system voltage | 1500VDC (IEC) | | | | | | | | | |
| Maximum series fuse rating | 25A | | | | | | | | | |
| Power tolerance | 0~+3% | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | -0.35%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | -0.28%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | 0.048%/°C | | | | | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C | | | | | | | | | |

Figura 15. Características técnicas del módulo solar

6.4.2. Cálculo del Generador.

- Características del inversor.

SUN2000-185KTL-H1

Technical Specifications

| Efficiency | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Max. Efficiency | 99.03% |
| European Efficiency | 98.69% |
| Input | |
| Max. Input Voltage | 1,500 V |
| Max. Current per MPPT | 26 A |
| Max. Short Circuit Current per MPPT | 40 A |
| Start Voltage | 550 V |
| MPPT Operating Voltage Range | 500 V ~ 1,500 V |
| Nominal Input Voltage | 1,080 V |
| Number of Inputs | 18 |
| Number of MPP Trackers | 9 |
| Output | |
| Nominal AC Active Power | 185,000 W @25°C, 175,000 W @40°C |
| Max. AC Apparent Power | 185,000 VA |
| Max. AC Active Power (cosφ=1) | 185,000 W |
| Nominal Output Voltage | 800 V, 3W + PE |
| Rated AC Grid Frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Nominal Output Current | 134.9 A @25°C, 126.3 A @40°C |
| Max. Output Current | 134.9 A |
| Adjustable Power Factor Range | 0.8 LG ... 0.8 LD |
| Max. Total Harmonic Distortion | < 3% |
| Protection | |
| Input-side Disconnection Device | Yes |
| Anti-islanding Protection | Yes |
| AC Overcurrent Protection | Yes |
| DC Reverse-polarity Protection | Yes |
| PV-array String Fault Monitoring | Yes |
| DC Surge Arrester | Type II |
| AC Surge Arrester | Type II |
| DC Insulation Resistance Detection | Yes |
| Residual Current Monitoring Unit | Yes |

Tabla 33. Características técnicas del inversor

- Número mínimo de módulos por ramal.

El número mínimo por serie está limitado por la tensión mínima de entrada al inversor en la que sigue la máxima potencia. El valor mínimo de la tensión de entrada al inversor debe ser menor o igual que la tensión de máxima potencia mínima del generador fotovoltaico; que corresponde a la temperatura de célula máxima según los datos de temperatura ambiente de la zona, en condiciones de alta irradiación ($I = 994 \text{ W/m}^2$) y temperatura ambiente ($T_a=24.78 \text{ }^\circ\text{C}$), donde T_a es la temperatura ambiente e I es la radiación incidente en el plano del panel. T_{NOCT} se mide con una radiación incidente I_{NOCT} de 800 W/m^2 , una temperatura ambiente $T_{(a,NOCT)}$ de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y una velocidad del viento de 1 m/s . La T_{NOCT} es un dato provisto por el fabricante del panel fotovoltaico, que depende de la tecnología con la que ha sido construido, siendo en este caso $45 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$T_{cel} = T_a + \frac{I}{I_{NOCT}} * (T_{NOCT} - T_{a,NOCT}) = 24.78 + \frac{994}{800} * (45 - 20) = 55.84 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_{mpp}(55.84 \text{ }^\circ\text{C}) = V_{mpp} * \left(1 + \left(\frac{CoefV_{oc}}{100} \right) * (T_{cel} - T_{stc}) \right)$$

$$V_{mpp}(55.84 \text{ }^\circ\text{C}) = 44,22 * \left(1 + \left(\frac{-0.28}{100} \right) * (55.84 - 25) \right) = 40.40 \text{ V}$$

$$N = \frac{V_{mp,inv}}{V_{mp}(55,84 \text{ }^\circ\text{C})} = \frac{550}{40,40} = 13.61$$

Por tanto, en estas condiciones es posible configurar en serie un mínimo de 14 módulos.

- Número máximo de módulos por ramal.

El número máximo de módulos conectados en serie viene limitado por la tensión máxima en vacío de entrada al inversor. Ésta se corresponde con la tensión de circuito abierto del generador FV cuando la temperatura del módulo es mínima, esto es, en condiciones de baja irradiación (100 W/m²) y mínima temperatura de celda:

$$T_{cel} = T_a + \frac{I}{I_{NOCT}} \cdot (T_{NOCT} - T_{a,NOCT}) = -3 + \frac{100}{800} \cdot (45 - 20) = 0.125 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_{oc}(0.125 \text{ }^\circ\text{C}) = V_{oc} \cdot \left(1 + \left(\frac{CoefV_{oc}}{100} \right) \cdot (T_{cel} - T_{stc}) \right)$$

$$V_{oc}(0.125 \text{ }^\circ\text{C}) = 53,42 \cdot \left(1 + \left(\frac{-0.28}{100} \right) \cdot (0.125 - 25) \right) = 55.728 \text{ V}$$

$$N = \frac{V_{oc,inv}}{V_{oc}(0,125 \text{ }^\circ\text{C})} = \frac{1500}{55.728} = 26.91$$

En estas condiciones es posible configurar en serie un máximo de 26 módulos.

- Número máximo de cadenas de módulos en paralelo.

El número máximo de cadenas de módulos conectados en paralelo viene limitado por la intensidad máxima de entrada al inversor.

$$N = \frac{I_{max,inv}}{I_{cc}} = \frac{26}{13,91} = 1,87$$

Con estas condiciones no es posible configurar en paralelo.

- Conclusión del Cálculo.

El número de módulos en serie de un ramal debe estar entre 14 y 26 módulos para que puede trabajar en los límites de tensión definidos por el fabricante de los inversores y de los propios módulos cuyo nivel de aislamiento es 1500 V.

6.5. ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

Según ITC-RAT-14, apartado 4.7, en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos.

El campo magnético que produce un transformador será básicamente el producido por la intensidad del circuito de BT (muchos más amperios que los que puedan pasar por el circuito de MT). El campo magnético producido por la circulación de esa intensidad será la producida a la frecuencia de la red y sus armónicos. El fabricante del conjunto Centro de Transformación-Transformador elegido deberá aportar certificado de que las instalaciones cumplen con lo preceptuado en el mencionado reglamento y que no supera los valores máximos de campo electromagnético definido.

6.6. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

La producción producida anualmente por un sistema fotovoltaico de conexión a red, puede expresarse como el producto de cuatro factores independientes:

$$E_{AC} = P \times \left(\frac{G_{eff}}{G}\right) \times F_s \times FR$$

donde P es la potencia nominal entregada por el generador en condiciones estándar, G_{eff} es la irradiación efectiva que incide sobre la superficie del generador, F_s es un factor que considera las pérdidas por sombreado y FR es un factor de rendimiento denominado Performance Ratio que considera las pérdidas energéticas asociadas a la conversión DC/AC. El parámetro G es el valor de la iluminación a la que se determina la potencia nominal de las células y generadores fotovoltaicos (1000 W/ m²).

Para el cálculo, tanto de la estimación de la energía generada por los sistemas fotovoltaicos, así como para la obtención de la radiación incidente sobre el plano del generador fotovoltaico situado con un determinado azimut e inclinación mediante la extrapolación de datos de radiación sobre superficie horizontal se ha realizado una simulación con el software PVsyst.

Teniendo en cuenta los datos de radiación del emplazamiento y las características de la planta se prevé una Producción energética estimada de 109.237 MWh anuales.

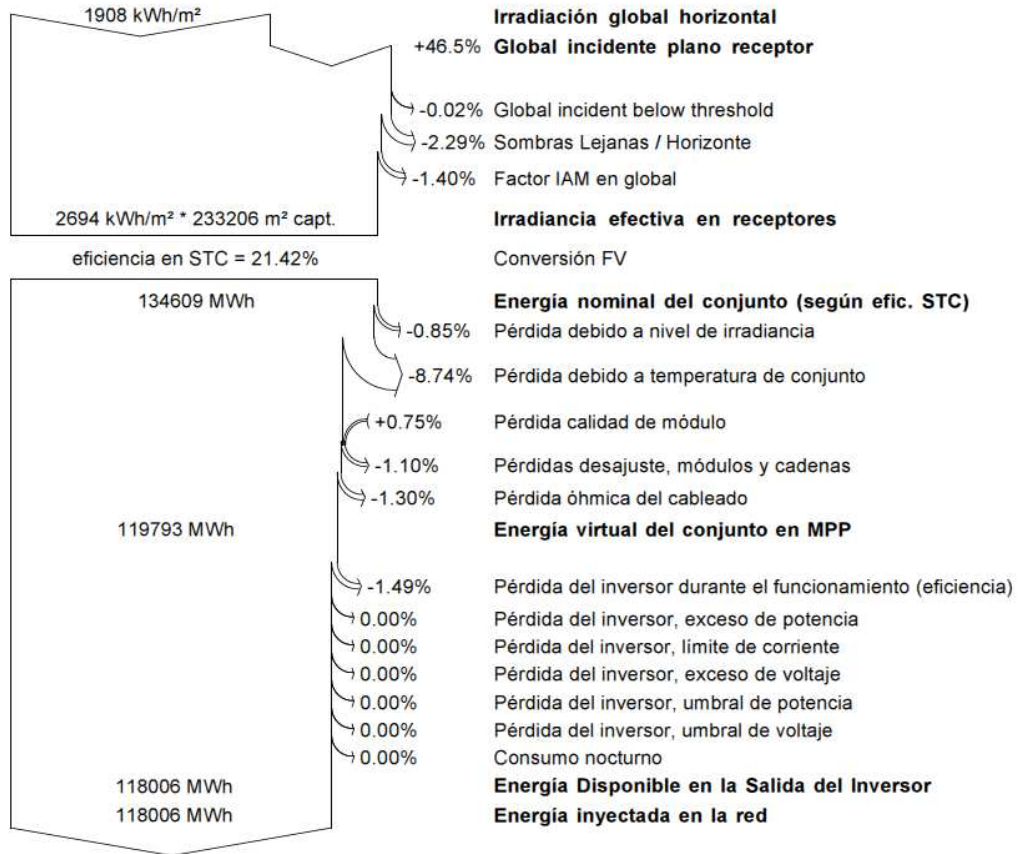


Figura 16. Balance de pérdidas de producción PVSystem

6.7. BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES

En cuanto al balance medioambiental, indicar que, la energía solar fotovoltaica ayuda a disminuir problemas medioambientales como:

- El efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO₂)
- La lluvia ácida (provocada por las emisiones de SO_x)

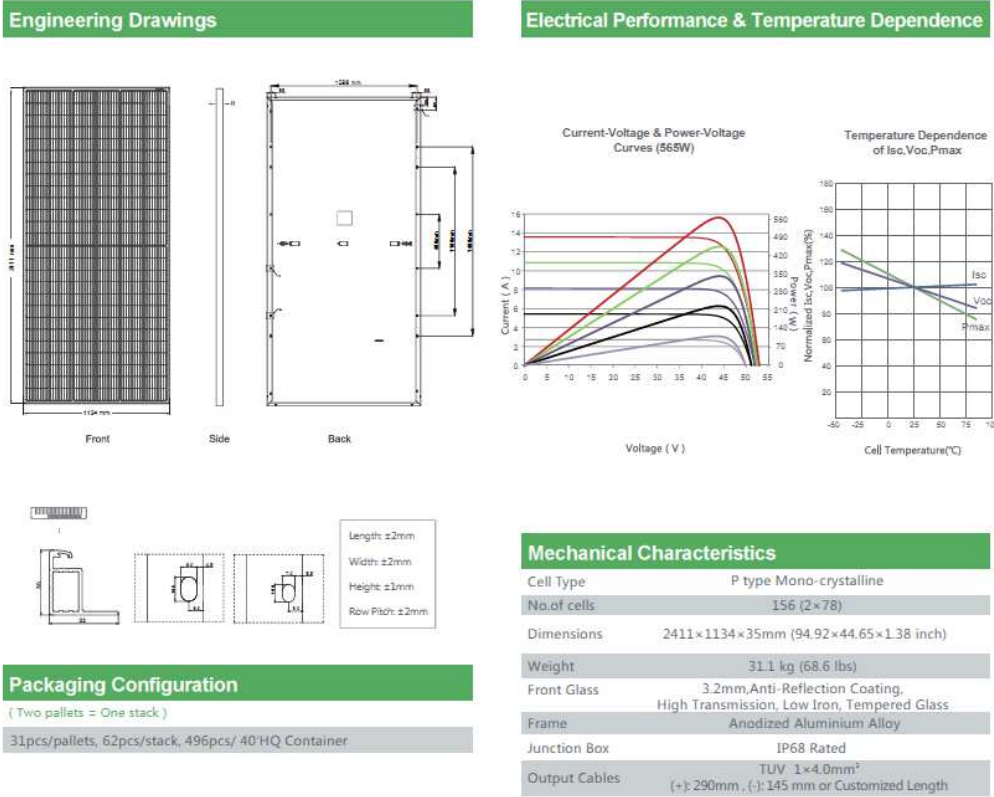
Comparando las cantidades que dejan de emitirse a la atmósfera por cada MWh eléctrico producido con energía fotovoltaica, frente al mismo MWh producido con combustibles fósiles y considerando las fases de construcción y operación de una instalación como la aquí considerada, dejan de emitirse a la atmósfera las cantidades de CO₂, SO₂ y NO_x que aparecen en la tabla siguiente:

| BENEFICIOS | | MEDIOAMBIENTALES | | |
|---|-------|--------------------|---------|------------|
| <i>(Reducción de gases de efecto invernadero)</i> | | | | |
| Producción estimada | | 128.329.000 | | kWh/año |
| Elemento | | Reducción unitaria | | Total (kg) |
| CO ₂ | (ton) | 2,23 | ton/kWh | 133.984 |
| SO ₂ | (kg) | 0,0063 | kg/kWh | 378.809 |
| NO _x | (kg) | 0,0029 | kg/kWh | 175.354 |

Tabla 34. Beneficios medioambientales

7. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

7.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS



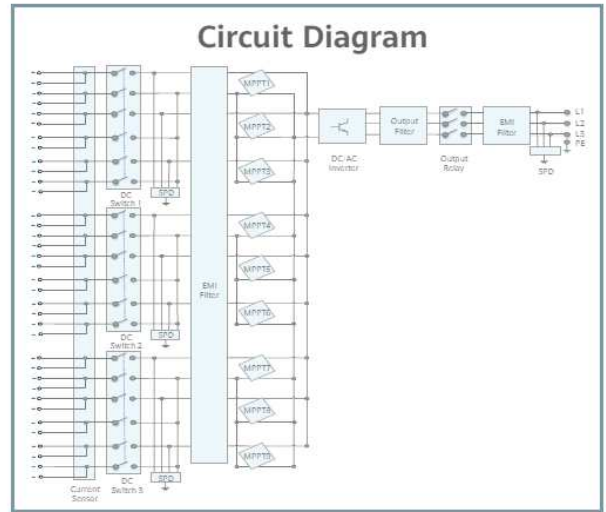
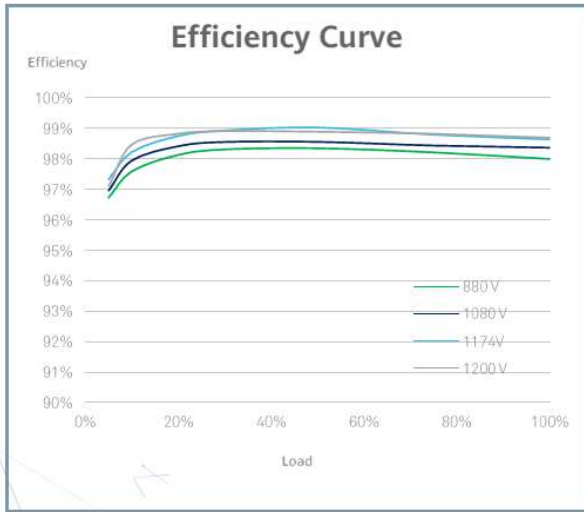
SPECIFICATIONS

| Module Type | JKM565M-7RL4-V | | JKM570M-7RL4-V | | JKM575M-7RL4-V | | JKM580M-7RL4-V | | JKM585M-7RL4-V | |
|---|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 565Wp | 420Wp | 570Wp | 424Wp | 575Wp | 428Wp | 580Wp | 432Wp | 585Wp | 435Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 43.77V | 40.74V | 43.89V | 40.85V | 44.00V | 40.96V | 44.11V | 41.07V | 44.22V | 41.18V |
| Maximum Power Current (Imp) | 12.91A | 10.32A | 12.99A | 10.38A | 13.07A | 10.44A | 13.15A | 10.51A | 13.23A | 10.57A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 52.97V | 50.00V | 53.09V | 50.11V | 53.20V | 50.21V | 53.31V | 50.32V | 53.42V | 50.42V |
| Short-circuit Current (Isc) | 13.59A | 10.98A | 13.67A | 11.04A | 13.75A | 11.11A | 13.83A | 11.17A | 13.91A | 11.23A |
| Module Efficiency STC (%) | 20.67% | | 20.85% | | 21.03% | | 21.21% | | 21.40% | |
| Operating Temperature(°C) | -40°C~+85°C | | | | | | | | | |
| Maximum system voltage | 1500VDC (IEC) | | | | | | | | | |
| Maximum series fuse rating | 25A | | | | | | | | | |
| Power tolerance | 0~+3% | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | -0.35%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | -0.28%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | 0.048%/°C | | | | | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C | | | | | | | | | |

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5
 NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

Tabla 35. Características técnicas del módulo de 585 Wp

7.2. INVERSOR DE CONEXIÓN A RED



| Efficiency | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Max. Efficiency | 99.03% |
| European Efficiency | 98.69% |
| Input | |
| Max. Input Voltage | 1,500 V |
| Max. Current per MPPT | 26 A |
| Max. Short Circuit Current per MPPT | 40 A |
| Start Voltage | 550 V |
| MPPT Operating Voltage Range | 500 V ~ 1,500 V |
| Nominal Input Voltage | 1,080 V |
| Number of Inputs | 18 |
| Number of MPP Trackers | 9 |
| Output | |
| Nominal AC Active Power | 185,000 W @25°C, 175,000 W @40°C |
| Max. AC Apparent Power | 185,000 VA |
| Max. AC Active Power (cosφ=1) | 185,000 W |
| Nominal Output Voltage | 800 V, 3W + PE |
| Rated AC Grid Frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Nominal Output Current | 134.9 A @25°C, 126.3 A @40°C |
| Max. Output Current | 134.9 A |
| Adjustable Power Factor Range | 0.8 LG ... 0.8 LD |
| Max. Total Harmonic Distortion | < 3% |
| Protection | |
| Input-side Disconnection Device | Yes |
| Anti-islanding Protection | Yes |
| AC Overcurrent Protection | Yes |
| DC Reverse-polarity Protection | Yes |
| PV-array String Fault Monitoring | Yes |
| DC Surge Arrester | Type II |
| AC Surge Arrester | Type II |
| DC Insulation Resistance Detection | Yes |
| Residual Current Monitoring Unit | Yes |

| Communication | |
|---|---|
| Display | LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP |
| USB | Yes |
| MBUS | Yes |
| RS485 | Yes |
| General | |
| Dimensions (W x H x D) | 1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch) |
| Weight (with mounting plate) | 84 kg (185.2 lb.) |
| Operating Temperature Range | -25°C – 60°C (-13°F – 140°F) |
| Cooling Method | Smart Air Cooling |
| Max. Operating Altitude without Derating | 4,000 m (13,123 ft.) |
| Relative Humidity | 0 – 100% |
| DC Connector | Staubli MC4 EVO2 |
| AC Connector | Waterproof Connector + OT/DT Terminal |
| Protection Degree | IP66 |
| Topology | Transformerless |
| Standard Compliance (more available upon request) | |
| Certificate | EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62920, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006 |

Tabla 36. Características técnicas del inversor de 185 kW

7.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

7.3.1. Celda de 45 kV

| | |
|--|--------------------------|
| Tensión nominal (kV) | 52 |
| Nivel de aislamiento (kV) | |
| A frecuencia industrial, 50 Hz (KV eficaces) | 95 |
| A onda de choque tipo rayo (kV cresta) | 250 |
| Intensidad nominal (A) | |
| Embarrado general | max. 2.000 |
| Derivaciones | max. 1600 ⁽¹⁾ |
| Intensidad nominal de corte de cortocircuito (kA) | 25 |
| Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta) | 63 |
| Intensidad nominal de corta duración (kA/3s) | 25 |
| Resistencia frente a arcos internos (kA/0.5 s) | 25 |
| Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar) | 0,40 |
| Grado de protección | |
| Compartimentos de AT | IP-65 |
| Compartimentos de BT | IP-3X |

Tabla 37. Características eléctricas de la Celda de 45 kV

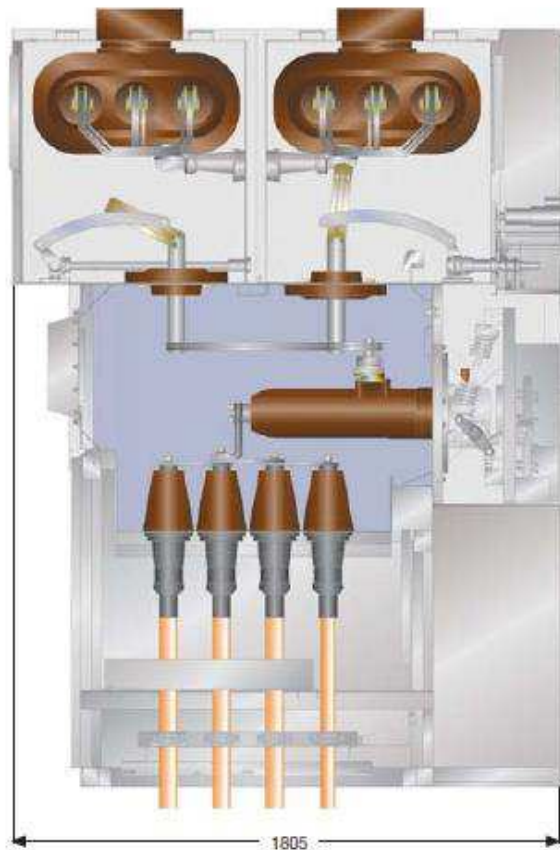


Figura 17. Sección celda 45 kV

7.4. CABLEADO BAJA TENSIÓN.

7.4.1. CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA



EXZHELLENT® Class SOLAR
 H1Z2Z2-K - Libre de halógenos
 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC



NORMAS:

CONSTRUCCIÓN REACCIÓN AL FUEGO*
 EN 50618 IEC 60332-1-2
 IEC 60754-1
 IEC 61034-2



CLASIFICACIÓN CPR:

DOP 0163 Rev.001
 Clase **E_{ca}**

CONSTRUCCIÓN:

- 1. CONDUCTOR**
Cobre estañado, clase 5 según IEC 60228.
- 2. AISLAMIENTO**
Compuesto libre de halógenos reticulado.
Color natural.
- 3. CUBIERTA EXTERIOR**
Compuesto libre de halógenos reticulado.
Colores rojo o negro.

APLICACIONES:

Pensados para la interconexión de paneles en instalaciones fotovoltaicas y para la conexión de estos con las cajas de conexión y los inversores, tanto en interiores, exteriores e instalaciones fijas o móviles (seguidores solares), como en tierra, tejados o integrados en edificios. No recomendado para instalación directamente enterrado. Estos cables no están diseñados para ser sumergidos.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C (120 °C durante 20.000 horas)
 Temperatura mínima de trabajo: -40 °C.

* Prestación fuera del ámbito CPR.



CERTIFICACIONES: LCIE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

| Código de General Cable | Sección (mm²) | Diámetro nominal exterior (mm) | Peso nominal (kg/km) | Radio mínimo de curvatura (mm) | Intensidad máx. admisible al aire 60 °C * (A) | Caída de tensión DC system (V/A.km) |
|-------------------------|---------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1643108 | 1x4 | 6,0 | 64 | 24 | 55 | 14,2 |
| 1643109 | 1x6 | 6,6 | 84 | 27 | 70 | 9,45 |
| 1643110 | 1x10 | 8,0 | 135 | 32 | 96 | 5,43 |

* Temperatura máxima del conductor de 120 °C, según EN 50618, tabla A.3.

Tabla 38. Características técnicas de los cables de corriente continua

7.4.2. CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA.

HARMOHNY^{class}

HARMOHNY® Class

XZ1 (S) Al - Libre de halógenos
0,6/1 kV



NORMAS:

| | |
|---------------------|---------------------------|
| CONSTRUCCIÓN | REACCIÓN AL FUEGO* |
| HD 603-5X | IEC 60332-1-2 |
| | IEC 60754-1 |
| | IEC 60754-2 |
| | IEC 61034 |



CLASIFICACIÓN CPR:

Gama
 XZ1-Al: 1x16-1x25 1x35-1x1000
 XZ1-Al All Ground: 1x150 1x240 1x300
 XZ1Z-Al: 3x1x240+1x150 3x1x150+1x95 4x1x240 4x1x150
 DOP 0013 Rev.005
 Clase E_{ca}

CONSTRUCCIÓN:

- 1. CONDUCTOR**
Aluminio, clase 2 según IEC 60228.
- 2. AISLAMIENTO**
Polietileno reticulado, tipo XLPE.
- 3. CUBIERTA EXTERIOR**
Polioléfina termoplástica libre de halógenos.

APLICACIONES:

Cables de distribución de energía de baja tensión especialmente concebido para instalaciones interiores, exteriores, entubadas y/o directamente enterradas.
 Cable de seguridad con características de no propagación de la llama, libre de halógenos, baja acidez y corrosividad de los gases y baja opacidad de los humos emitidos durante la combustión.
 Resistencia a la intemperie, al desgarro y a la abrasión.
 Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C

* Prestación fuera del ámbito CPR.



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

| Código de General Cable | Sección (mm ²) | Díametro nominal exterior (mm) | Peso nominal (kg/km) | Radio mínimo de curvatura (mm) | Intensidad máx. admisible al aire 30 °C * (A) | Intensidad máx. admisible enterrad. 20°C ** (A) | Caida de tensión cos $\mu= 0,8$ (V/A.km) |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|---|---|--|
| 1690111 | 1x16 | 10,3 | 130 | 41 | - | 59 | 3,51 |
| 1690112 | 1x25 | 10,4 | 140 | 42 | 103 | 75 | 2,24 |
| 1690113 | 1x35 | 10,7 | 155 | 43 | 129 | 90 | 1,64 |
| 1690114 | 1x50 | 11,8 | 195 | 48 | 159 | 106 | 1,23 |
| 1690115 | 1x70 | 13,7 | 265 | 55 | 206 | 130 | 0,875 |
| 1690116 | 1x95 | 15,6 | 350 | 63 | 253 | 154 | 0,653 |
| 1690117 | 1x120 | 17,3 | 435 | 70 | 296 | 174 | 0,534 |
| 1690118 | 1x150 | 19,1 | 525 | 77 | 343 | 197 | 0,449 |
| 1690119 | 1x185 | 21,0 | 655 | 84 | 395 | 220 | 0,373 |
| 1690120 | 1x240 | 24,0 | 835 | 96 | 471 | 253 | 0,303 |
| 1690121 | 1x300 | 26,1 | 1.025 | 135 | 547 | 286 | 0,257 |
| 1690122 | 1x400 | 29,3 | 1.295 | 150 | 663 | - | 0,217 |
| 1690123 | 1x500 | 33,3 | 1.650 | 170 | 770 | - | 0,185 |
| 1690124 | 1x630 | 38,4 | 2.145 | 195 | 899 | - | 0,160 |
| 1690125 | 1x800 | 42,7 | 2.705 | 215 | - | - | 0,141 |
| 1690126 | 1x1000 | 48,1 | 3.410 | 245 | - | - | 0,127 |

* Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.12, método de instalación E.

** Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.5, método de instalación D1.

Tabla 39. Características técnicas de los cables de corriente alterna de baja tensión.

7.5. CABLEADO MEDIA TENSIÓN.

HERSATENE W.B.

RHZ1 H-16

ENERGIA 26/45 kV

ENERGIA



COBRE / COBRE

| CÓDIGO | SECCIÓN | DIÁMETRO SOBRE CUERDA | DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO | DIÁMETRO EXTERIOR APROXIMADO | PESO TOTAL APROXIMADO | REACTANCIA XL TRESSOLILLO | CAPACIDAD C | RADIO DE CURVATURA | |
|---------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------|---------------------|-----------------|
| | | | | | | | | DURANTE INSTALACIÓN | POSICIÓN FINAL |
| CÓDIGO | SECÇÃO | DIÁMETRO SOBRE O CONDUTOR | DIÁMETRO SOBRE O ISOLAMENTO | DIÁMETRO EXTERIOR APROXIMADO | PESO TOTAL APROXIMADO | REACTÂNCIA XL EM TREVO | CAPACIDADE C | RAIO DE CURVATURA | |
| | mm ² | mm | mm | mm | kg/km | Ω/km | µF/km | DURANTE INSTALAÇÃO | APÓS INSTALAÇÃO |
| | | | | | | | | mm | mm |
| 1272116 | 95 | 11,1 | 28,3 | 37,1 | 1940 | 0,137 | 0,157 | 1115 | 560 |
| 1272117 | 120 | 12,8 | 29,0 | 37,8 | 2170 | 0,129 | 0,179 | 1135 | 570 |
| 1272118 | 150 | 14,1 | 30,3 | 39,1 | 2455 | 0,124 | 0,191 | 1175 | 590 |
| 1272119 | 185 | 15,7 | 30,9 | 39,7 | 2780 | 0,118 | 0,216 | 1195 | 600 |
| 1272120 | 240 | 18,0 | 33,2 | 42,0 | 3360 | 0,113 | 0,238 | 1265 | 635 |
| 1272121 | 300 | 20,5 | 36,6 | 45,5 | 4070 | 0,110 | 0,271 | 1365 | 685 |
| 1272122 | 400 | 22,8 | 38,9 | 47,8 | 4895 | 0,106 | 0,293 | 1435 | 720 |
| 1272123 | 500 | 26,4 | 42,5 | 51,4 | 5995 | 0,102 | 0,327 | 1545 | 775 |
| 1272124 | 630 | 30,7 | 46,8 | 55,7 | 7465 | 0,097 | 0,368 | 1675 | 840 |
| 1272125 | 800 | 35,4 | 51,6 | 60,4 | 9455 | 0,093 | 0,412 | 1815 | 910 |
| 1272126 | 1000 | 41,3 | 57,5 | 66,5 | 11655 | 0,090 | 0,468 | 2000 | 1000 |

ALUMINIO / ALUMÍNIO

| | | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-----|
| 1273116 | 95 | 11,1 | 28,3 | 37,1 | 1365 | 0,137 | 0,157 | 1115 | 560 |
| 1273117 | 120 | 12,7 | 28,9 | 37,7 | 1430 | 0,129 | 0,178 | 1135 | 570 |
| 1273118 | 150 | 13,9 | 30,1 | 38,7 | 1525 | 0,125 | 0,189 | 1165 | 585 |
| 1273119 | 185 | 15,7 | 30,9 | 39,7 | 1655 | 0,118 | 0,216 | 1195 | 600 |
| 1273120 | 240 | 17,8 | 33,0 | 41,8 | 1865 | 0,114 | 0,236 | 1255 | 630 |
| 1273121 | 300 | 20,0 | 36,1 | 45,0 | 2165 | 0,111 | 0,266 | 1350 | 675 |
| 1273122 | 400 | 22,9 | 39,0 | 47,9 | 2510 | 0,106 | 0,294 | 1440 | 720 |
| 1273123 | 500 | 26,2 | 42,3 | 51,2 | 2925 | 0,102 | 0,325 | 1540 | 770 |
| 1273124 | 630 | 30,7 | 46,8 | 55,7 | 3490 | 0,097 | 0,368 | 1675 | 840 |
| 1273125 | 800 | 35,4 | 51,6 | 60,4 | 4180 | 0,093 | 0,412 | 1815 | 910 |
| 1273126 | 1000 | 41,0 | 57,1 | 66,1 | 5095 | 0,090 | 0,464 | 1985 | 995 |

Capacidad y reactancia corresponden al valor del circuito monofásico equivalente. / A capacidade e a reactância correspondem ao valor do circuito monofásico equivalente.

Radio de curvatura durante instalación = 30 x diámetro exterior. / Raio de curvatura durante a instalação = 30 x diámetro exterior.

Radio de curvatura en posición final = 15 x diámetro exterior. / Raio de curvatura após instalação = 15 x diámetro exterior.

ENERGIA 6/10KV 8,7/15 KV 12/20 KV 15/25 KV 18/30 KV 26/45 KV 36/66 KV

ENERGIA

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (XLPE). INTENSIDADE MÁXIMA ADMISSÍVEL (XLPE).

| SECCIÓN CONDUCTOR | INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A) | | | | | | | | INTENSIDAD CORTOCIRCUITO CONDUCTOR | |
|----------------------|-----------------------------------|------|----------------|-----|-----------------|-----|----------------|-----|--|------|
| | AL AIRE 40° C | | | | ENTERRADO 25° C | | | | t=0,5s; T _i =250°C T _f =90°C | |
| | 3 UNIPOLARES | | 1 TRIPOLAR | | 3 UNIPOLARES | | 1 TRIPOLAR | | | |
| SEÇÃO CONDUTOR | INTENSIDADE MÁXIMA ADMISSÍVEL (A) | | | | | | | | INTENSIDADE CURTO-CIRCUITO CONDUTOR | |
| | AO AR 40° C | | | | ENTERRADO 25° C | | | | t=0,5s; T _i =250°C T _f =90°C | |
| | 3 MONOPOLARES | | 1 TRIPOLAR | | 3 MONOPOLARES | | 1 TRIPOLAR | | | |
| mm ² | O ₂ | Al | O ₂ | Al | O ₂ | Al | O ₂ | Al | O ₂ | Al |
| 16 | 105 | 82 | 96 | 75 | 120 | 95 | 115 | 91 | 3,22 | 2,11 |
| 25 | 140 | 110 | 130 | 100 | 155 | 120 | 145 | 110 | 5,03 | 3,30 |
| 35 | 170 | 135 | 160 | 125 | 185 | 145 | 175 | 135 | 7,04 | 4,62 |
| 50 | 205 | 160 | 190 | 150 | 220 | 170 | 205 | 160 | 10,1 | 6,60 |
| 70 | 260 | 200 | 235 | 185 | 270 | 210 | 250 | 195 | 14,1 | 9,24 |
| 95 | 315 | 245 | 285 | 225 | 320 | 250 | 295 | 230 | 19,1 | 12,5 |
| 120 | 365 | 285 | 325 | 255 | 360 | 280 | 340 | 265 | 24,1 | 15,8 |
| 150 | 415 | 320 | 370 | 290 | 405 | 315 | 385 | 300 | 30,2 | 19,8 |
| 185 | 475 | 370 | 425 | 330 | 455 | 355 | 420 | 325 | 37,2 | 24,4 |
| 240 | 555 | 435 | 495 | 385 | 530 | 415 | 490 | 385 | 48,2 | 31,7 |
| 300 | 645 | 500 | 570 | 445 | 595 | 465 | 560 | 435 | 60,3 | 39,6 |
| 400 | 745 | 580 | 650 | 505 | 680 | 530 | 630 | 490 | 80,4 | 52,8 |
| 500 | 845 | 660 | - | - | 760 | 590 | - | - | 101,0 | 66,0 |
| 630 | 975 | 760 | - | - | 850 | 660 | - | - | 127,0 | 83,2 |
| 800 | 1125 | 920 | - | - | 950 | 780 | - | - | - | 106 |
| 1000 | 1260 | 1050 | - | - | 1040 | 870 | - | - | - | - |

TEMPERATURA DEL AIRE 40°C / TEMPERATURA DO AR 40°C

TEMPERATURA DEL TERRENO 25°C / TEMPERATURA DO TERRENO 25°C

PROFUNDIDAD DE LA INSTALACIÓN 100 cm / PROFUNDIDADE DA INSTALAÇÃO 100 cm

RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO 1 k - mW / RESISTIVIDADE TÉRMICA DO TERRENO 1 K.mW

Intensidades de cortocircuito fase-tierra admisibles en cables de media tensión con pantalla de 16 mm² de alambres de cobre.

Intensidades de curto-circuito fase-terra admissíveis em cabos de média tensão com blindagem de 16 mm² de fios de Cobre

$$(T_i = 70^\circ\text{C } T_f = 200^\circ\text{C}; t = 0,5 \text{ s})$$

I_{cc} 3690 A

T_i = Temperatura inicial. / Temperatura inicial.

T_f = Temperatura final. / Temperatura final.

t = Tiempo de duración de cortocircuito. / Tempo de duração do curto-circuito

Tabla 40. Características técnicas de los cables de corriente alterna de media tensión.

El Ingeniero Técnico Industrial Autor del Proyecto

Juan Carlos Cortés Rengel

Colegiado COPITIMA

Málaga, Diciembre de 2020

DOCUMENTO 2

TABLAS DE

CÁLCULOS

1 CÁLCULOS DE CABLE DE BAJA TENSIÓN.

1.1 CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINUA

CÁLCULOS DE CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA - LVDC

Table with columns for PS ASOCIADO, Origen, COD. CABLE, Destino, TIPO CIRCUITO, EJECUCIÓN INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN CABLES, Naturaleza del Conductor, AISLAMIENTO CABLES, Potencia de Módulo (Wp), Nº Módulos por String, Nº de Strings, Potencia P (KW), Tensiones (Umpvp (V), Tensión de String (UkV)), Factor Incrementador de Intensidad, Factor TCC-BT de REBT, Factor Icc (A), Naturaleza, Sección, G (mm²/mm²), cos φ, Nº de conductores por fase, L (m), Tm (°C), Ks, Kt, Kp, Kd, Kc, Kz, Kf, Kd, Kz, Kf, I (A), Iu (A), Icu (A), Iu (A), Icu (A), Factor Carga Cable (%), Factor Carga Cable (%), Conductividad σ (mS/m), L (m), P (kW), U (kV), S (mm²), Cdt real (%), Cdt real (%), MÁXIMA C.D.T. INVERSOR EN EL DE CC.

CÁLCULOS DE CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA - LVDC

Table with columns: PS ASOCIADO, Origen, COD. CABLE, Destino, TIPO CIRCUITO, EJECUCIÓN INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN CABLES, Naturaleza del conductor, AISLAMIENTO CABLES, Potencia de Módulo (Wp), Nº Módulos por String, Nº de Strings, Potencia P (KW), Tensiones (Umpv (V), Tensión de String (kV)), Factor Incrementador de Intersidad (Isc (A), Isc-nom (A), Factor Isc (A)), Conductor (Nubresura, Sección, G (mm²/mm²)), cos φ, Nº fases para el conductor, L (m), Tm (°C), K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, K16, K17, K18, K19, K20, K21, K22, K23, K24, K25, K26, K27, K28, K29, K30, K31, K32, K33, K34, K35, K36, K37, K38, K39, K40, K41, K42, K43, K44, K45, K46, K47, K48, K49, K50, K51, K52, K53, K54, K55, K56, K57, K58, K59, K60, K61, K62, K63, K64, K65, K66, K67, K68, K69, K70, K71, K72, K73, K74, K75, K76, K77, K78, K79, K80, K81, K82, K83, K84, K85, K86, K87, K88, K89, K90, K91, K92, K93, K94, K95, K96, K97, K98, K99, K100, K101, K102, K103, K104, K105, K106, K107, K108, K109, K110, K111, K112, K113, K114, K115, K116, K117, K118, K119, K120, K121, K122, K123, K124, K125, K126, K127, K128, K129, K130, K131, K132, K133, K134, K135, K136, K137, K138, K139, K140, K141, K142, K143, K144, K145, K146, K147, K148, K149, K150, K151, K152, K153, K154, K155, K156, K157, K158, K159, K160, K161, K162, K163, K164, K165, K166, K167, K168, K169, K170, K171, K172, K173, K174, K175, K176, K177, K178, K179, K180, K181, K182, K183, K184, K185, K186, K187, K188, K189, K190, K191, K192, K193, K194, K195, K196, K197, K198, K199, K200, K201, K202, K203, K204, K205, K206, K207, K208, K209, K210, K211, K212, K213, K214, K215, K216, K217, K218, K219, K220, K221, K222, K223, K224, K225, K226, K227, K228, K229, K230, K231, K232, K233, K234, K235, K236, K237, K238, K239, K240, K241, K242, K243, K244, K245, K246, K247, K248, K249, K250, K251, K252, K253, K254, K255, K256, K257, K258, K259, K260, K261, K262, K263, K264, K265, K266, K267, K268, K269, K270, K271, K272, K273, K274, K275, K276, K277, K278, K279, K280, K281, K282, K283, K284, K285, K286, K287, K288, K289, K290, K291, K292, K293, K294, K295, K296, K297, K298, K299, K300, K301, K302, K303, K304, K305, K306, K307, K308, K309, K310, K311, K312, K313, K314, K315, K316, K317, K318, K319, K320, K321, K322, K323, K324, K325, K326, K327, K328, K329, K330, K331, K332, K333, K334, K335, K336, K337, K338, K339, K340, K341, K342, K343, K344, K345, K346, K347, K348, K349, K350, K351, K352, K353, K354, K355, K356, K357, K358, K359, K360, K361, K362, K363, K364, K365, K366, K367, K368, K369, K370, K371, K372, K373, K374, K375, K376, K377, K378, K379, K380, K381, K382, K383, K384, K385, K386, K387, K388, K389, K390, K391, K392, K393, K394, K395, K396, K397, K398, K399, K400, K401, K402, K403, K404, K405, K406, K407, K408, K409, K410, K411, K412, K413, K414, K415, K416, K417, K418, K419, K420, K421, K422, K423, K424, K425, K426, K427, K428, K429, K430, K431, K432, K433, K434, K435, K436, K437, K438, K439, K440, K441, K442, K443, K444, K445, K446, K447, K448, K449, K450, K451, K452, K453, K454, K455, K456, K457, K458, K459, K460, K461, K462, K463, K464, K465, K466, K467, K468, K469, K470, K471, K472, K473, K474, K475, K476, K477, K478, K479, K480, K481, K482, K483, K484, K485, K486, K487, K488, K489, K490, K491, K492, K493, K494, K495, K496, K497, K498, K499, K500, K501, K502, K503, K504, K505, K506, K507, K508, K509, K510, K511, K512, K513, K514, K515, K516, K517, K518, K519, K520, K521, K522, K523, K524, K525, K526, K527, K528, K529, K530, K531, K532, K533, K534, K535, K536, K537, K538, K539, K540, K541, K542, K543, K544, K545, K546, K547, K548, K549, K550, K551, K552, K553, K554, K555, K556, K557, K558, K559, K560, K561, K562, K563, K564, K565, K566, K567, K568, K569, K570, K571, K572, K573, K574, K575, K576, K577, K578, K579, K580, K581, K582, K583, K584, K585, K586, K587, K588, K589, K590, K591, K592, K593, K594, K595, K596, K597, K598, K599, K600, K601, K602, K603, K604, K605, K606, K607, K608, K609, K610, K611, K612, K613, K614, K615, K616, K617, K618, K619, K620, K621, K622, K623, K624, K625, K626, K627, K628, K629, K630, K631, K632, K633, K634, K635, K636, K637, K638, K639, K640, K641, K642, K643, K644, K645, K646, K647, K648, K649, K650, K651, K652, K653, K654, K655, K656, K657, K658, K659, K660, K661, K662, K663, K664, K665, K666, K667, K668, K669, K670, K671, K672, K673, K674, K675, K676, K677, K678, K679, K680, K681, K682, K683, K684, K685, K686, K687, K688, K689, K690, K691, K692, K693, K694, K695, K696, K697, K698, K699, K700, K701, K702, K703, K704, K705, K706, K707, K708, K709, K710, K711, K712, K713, K714, K715, K716, K717, K718, K719, K720, K721, K722, K723, K724, K725, K726, K727, K728, K729, K730, K731, K732, K733, K734, K735, K736, K737, K738, K739, K740, K741, K742, K743, K744, K745, K746, K747, K748, K749, K750, K751, K752, K753, K754, K755, K756, K757, K758, K759, K760, K761, K762, K763, K764, K765, K766, K767, K768, K769, K770, K771, K772, K773, K774, K775, K776, K777, K778, K779, K780, K781, K782, K783, K784, K785, K786, K787, K788, K789, K790, K791, K792, K793, K794, K795, K796, K797, K798, K799, K800, K801, K802, K803, K804, K805, K806, K807, K808, K809, K810, K811, K812, K813, K814, K815, K816, K817, K818, K819, K820, K821, K822, K823, K824, K825, K826, K827, K828, K829, K830, K831, K832, K833, K834, K835, K836, K837, K838, K839, K840, K841, K842, K843, K844, K845, K846, K847, K848, K849, K850, K851, K852, K853, K854, K855, K856, K857, K858, K859, K860, K861, K862, K863, K864, K865, K866, K867, K868, K869, K870, K871, K872, K873, K874, K875, K876, K877, K878, K879, K880, K881, K882, K883, K884, K885, K886, K887, K888, K889, K890, K891, K892, K893, K894, K895, K896, K897, K898, K899, K900, K901, K902, K903, K904, K905, K906, K907, K908, K909, K910, K911, K912, K913, K914, K915, K916, K917, K918, K919, K920, K921, K922, K923, K924, K925, K926, K927, K928, K929, K930, K931, K932, K933, K934, K935, K936, K937, K938, K939, K940, K941, K942, K943, K944, K945, K946, K947, K948, K949, K950, K951, K952, K953, K954, K955, K956, K957, K958, K959, K960, K961, K962, K963, K964, K965, K966, K967, K968, K969, K970, K971, K972, K973, K974, K975, K976, K977, K978, K979, K980, K981, K982, K983, K984, K985, K986, K987, K988, K989, K990, K991, K992, K993, K994, K995, K996, K997, K998, K999, K1000.

CÁLCULOS DE CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA - LVDC

| PB ASOCIADO | Origen | COD. CABLE | Destino | TIPO CIRCUITO | EJECUCIÓN INSTALACIÓN | CONFIGURACION CABLES | Naturaleza del Conductor | AISLAMIENTO CABLES | Potencia | | Tensiones | | Factor Incrementador de Intersidad | | | | | Conductor | | | Cond. Conv. (mm²/m²) | L (m) | P (kW) | U (kV) | S (mm²) | Cdt Real (V) | Cdt Real (%) | MAXIMA C.D.T. INVERSOR EN TRAMO DE CC | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|----------------|---------|---------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|---------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|-------|--------|--------|---------|--------------|--------------|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | Potencia de Módulo (Wp) | Nº Módulos por String | Nº de Strings | Potencia P (kW) | Ump (V) | Tensión de String (Uv) | Isc (A) | I _{nom} (A) | K ₁ | K ₂ | K ₃ | K ₄ | | | | | | | | | K ₅ | K ₆ | K ₇ | K ₈ | K ₉ | K ₁₀ | It (A) | I ₁₀ (A) | I ₁₅ (A) | I ₂₀ (A) | I ₃₀ (A) | Factor Carga (%) | Factor Carga (Wp) | | | | |
| CT02 | 507 | CT02-INV23-507 | INV23 | CC | Dirección Entero | 2 Uplines | Cobre | HEPR | 585 | 24 | 1 | 14.04 | 44.22 | 1.06 | 13.91 | 13.23 | 1.25 | 1.31 | 1.06 | 44.63 | 1.00 | 1 | 27 | 80 | 0.8884 | 1.04 | 0.64 | 1 | 1 | 1 | 0.557 | 13.23 | 17.39 | 55.00 | 30.62 | 43.21 | VALIDO | 44.63 | 27.2 | 14.04 | 1.06 | 4.00 | 2.02 | 0.19 | 0.57 |

CÁLCULOS DE CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA - LVDC

Table with columns: PS ASIGNADO, Origen, COD. CABLE, Destino, TIPO CIRCUITO, EJECUCIÓN INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN CABLES, Naturaleza del Conductor, AISLAMIENTO CABLES, Potencia de Módulo (Wp), Nº Módulos por String, Nº de Strings, Potencia P (KW), Tensiones (Umpv (V), Tensión de String (Ukv)), Factor Incrementador de Intersidad, Factor ITC-81-46 de REBT, Factor ITC (A), Conductores (Núcleo, Sección, σ (mm²/mm²)), cos φ, Nº de conductores por fase, L (m), Tm (°C), K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, K16, K17, K18, K19, K20, K21, K22, K23, K24, K25, K26, K27, K28, K29, K30, K31, K32, K33, K34, K35, K36, K37, K38, K39, K40, K41, K42, K43, K44, K45, K46, K47, K48, K49, K50, K51, K52, K53, K54, K55, K56, K57, K58, K59, K60, K61, K62, K63, K64, K65, K66, K67, K68, K69, K70, K71, K72, K73, K74, K75, K76, K77, K78, K79, K80, K81, K82, K83, K84, K85, K86, K87, K88, K89, K90, K91, K92, K93, K94, K95, K96, K97, K98, K99, K100. Rows include circuit details like C706-505, C706-506, etc., with associated technical specifications.

CÁLCULOS DE CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA - LVDC

Table with columns: PB ASOCIADO, Origen, COD. CABLE, Destino, TIPO CIRCUITO, EJECUCION INSTALACION, CONFIGURACION CABLES, Naturaleza del Conductor, AISLAMIENTO CABLES, Potencia de Módulo (Wp), Nº Módulos por String, Nº de Strings, Potencia P (KW), Tensiones (Umpv (V), Tensión de String (UkV)), Factor Incrementador de Intersidad (Isc (A), Isc-nom (A), Factor Icc (A)), Factor de Corrección (Isc (A)), Conductor (Nubresura, Sección), G (cm²/mm²), cos φ, n conductores por fase, L (m), Tm (°C), K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, K16, K17, K18, K19, K20, K21, K22, K23, K24, K25, K26, K27, K28, K29, K30, K31, K32, K33, K34, K35, K36, K37, K38, K39, K40, K41, K42, K43, K44, K45, K46, K47, K48, K49, K50, K51, K52, K53, K54, K55, K56, K57, K58, K59, K60, K61, K62, K63, K64, K65, K66, K67, K68, K69, K70, K71, K72, K73, K74, K75, K76, K77, K78, K79, K80, K81, K82, K83, K84, K85, K86, K87, K88, K89, K90, K91, K92, K93, K94, K95, K96, K97, K98, K99, K100, K101, K102, K103, K104, K105, K106, K107, K108, K109, K110, K111, K112, K113, K114, K115, K116, K117, K118, K119, K120, K121, K122, K123, K124, K125, K126, K127, K128, K129, K130, K131, K132, K133, K134, K135, K136, K137, K138, K139, K140, K141, K142, K143, K144, K145, K146, K147, K148, K149, K150, K151, K152, K153, K154, K155, K156, K157, K158, K159, K160, K161, K162, K163, K164, K165, K166, K167, K168, K169, K170, K171, K172, K173, K174, K175, K176, K177, K178, K179, K180, K181, K182, K183, K184, K185, K186, K187, K188, K189, K190, K191, K192, K193, K194, K195, K196, K197, K198, K199, K200, K201, K202, K203, K204, K205, K206, K207, K208, K209, K210, K211, K212, K213, K214, K215, K216, K217, K218, K219, K220, K221, K222, K223, K224, K225, K226, K227, K228, K229, K230, K231, K232, K233, K234, K235, K236, K237, K238, K239, K240, K241, K242, K243, K244, K245, K246, K247, K248, K249, K250, K251, K252, K253, K254, K255, K256, K257, K258, K259, K260, K261, K262, K263, K264, K265, K266, K267, K268, K269, K270, K271, K272, K273, K274, K275, K276, K277, K278, K279, K280, K281, K282, K283, K284, K285, K286, K287, K288, K289, K290, K291, K292, K293, K294, K295, K296, K297, K298, K299, K300, K301, K302, K303, K304, K305, K306, K307, K308, K309, K310, K311, K312, K313, K314, K315, K316, K317, K318, K319, K320, K321, K322, K323, K324, K325, K326, K327, K328, K329, K330, K331, K332, K333, K334, K335, K336, K337, K338, K339, K340, K341, K342, K343, K344, K345, K346, K347, K348, K349, K350, K351, K352, K353, K354, K355, K356, K357, K358, K359, K360, K361, K362, K363, K364, K365, K366, K367, K368, K369, K370, K371, K372, K373, K374, K375, K376, K377, K378, K379, K380, K381, K382, K383, K384, K385, K386, K387, K388, K389, K390, K391, K392, K393, K394, K395, K396, K397, K398, K399, K400, K401, K402, K403, K404, K405, K406, K407, K408, K409, K410, K411, K412, K413, K414, K415, K416, K417, K418, K419, K420, K421, K422, K423, K424, K425, K426, K427, K428, K429, K430, K431, K432, K433, K434, K435, K436, K437, K438, K439, K440, K441, K442, K443, K444, K445, K446, K447, K448, K449, K450, K451, K452, K453, K454, K455, K456, K457, K458, K459, K460, K461, K462, K463, K464, K465, K466, K467, K468, K469, K470, K471, K472, K473, K474, K475, K476, K477, K478, K479, K480, K481, K482, K483, K484, K485, K486, K487, K488, K489, K490, K491, K492, K493, K494, K495, K496, K497, K498, K499, K500, K501, K502, K503, K504, K505, K506, K507, K508, K509, K510, K511, K512, K513, K514, K515, K516, K517, K518, K519, K520, K521, K522, K523, K524, K525, K526, K527, K528, K529, K530, K531, K532, K533, K534, K535, K536, K537, K538, K539, K540, K541, K542, K543, K544, K545, K546, K547, K548, K549, K550, K551, K552, K553, K554, K555, K556, K557, K558, K559, K560, K561, K562, K563, K564, K565, K566, K567, K568, K569, K570, K571, K572, K573, K574, K575, K576, K577, K578, K579, K580, K581, K582, K583, K584, K585, K586, K587, K588, K589, K590, K591, K592, K593, K594, K595, K596, K597, K598, K599, K600, K601, K602, K603, K604, K605, K606, K607, K608, K609, K610, K611, K612, K613, K614, K615, K616, K617, K618, K619, K620, K621, K622, K623, K624, K625, K626, K627, K628, K629, K630, K631, K632, K633, K634, K635, K636, K637, K638, K639, K640, K641, K642, K643, K644, K645, K646, K647, K648, K649, K650, K651, K652, K653, K654, K655, K656, K657, K658, K659, K660, K661, K662, K663, K664, K665, K666, K667, K668, K669, K670, K671, K672, K673, K674, K675, K676, K677, K678, K679, K680, K681, K682, K683, K684, K685, K686, K687, K688, K689, K690, K691, K692, K693, K694, K695, K696, K697, K698, K699, K700, K701, K702, K703, K704, K705, K706, K707, K708, K709, K710, K711, K712, K713, K714, K715, K716, K717, K718, K719, K720, K721, K722, K723, K724, K725, K726, K727, K728, K729, K730, K731, K732, K733, K734, K735, K736, K737, K738, K739, K740, K741, K742, K743, K744, K745, K746, K747, K748, K749, K750, K751, K752, K753, K754, K755, K756, K757, K758, K759, K760, K761, K762, K763, K764, K765, K766, K767, K768, K769, K770, K771, K772, K773, K774, K775, K776, K777, K778, K779, K780, K781, K782, K783, K784, K785, K786, K787, K788, K789, K790, K791, K792, K793, K794, K795, K796, K797, K798, K799, K800, K801, K802, K803, K804, K805, K806, K807, K808, K809, K810, K811, K812, K813, K814, K815, K816, K817, K818, K819, K820, K821, K822, K823, K824, K825, K826, K827, K828, K829, K830, K831, K832, K833, K834, K835, K836, K837, K838, K839, K840, K841, K842, K843, K844, K845, K846, K847, K848, K849, K850, K851, K852, K853, K854, K855, K856, K857, K858, K859, K860, K861, K862, K863, K864, K865, K866, K867, K868, K869, K870, K871, K872, K873, K874, K875, K876, K877, K878, K879, K880, K881, K882, K883, K884, K885, K886, K887, K888, K889, K890, K891, K892, K893, K894, K895, K896, K897, K898, K899, K900, K901, K902, K903, K904, K905, K906, K907, K908, K909, K910, K911, K912, K913, K914, K915, K916, K917, K918, K919, K920, K921, K922, K923, K924, K925, K926, K927, K928, K929, K930, K931, K932, K933, K934, K935, K936, K937, K938, K939, K940, K941, K942, K943, K944, K945, K946, K947, K948, K949, K950, K951, K952, K953, K954, K955, K956, K957, K958, K959, K960, K961, K962, K963, K964, K965, K966, K967, K968, K969, K970, K971, K972, K973, K974, K975, K976, K977, K978, K979, K980, K981, K982, K983, K984, K985, K986, K987, K988, K989, K990, K991, K992, K993, K994, K995, K996, K997, K998, K999, K1000.

CÁLCULOS DE CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA - LVDC

Table with columns: PB ASOCIADO, Origen, COD. CABLE, Destino, TIPO CIRCUITO, EJECUCION INSTALACION, CONFIGURACION CABLES, Naturaleza del Conductor, AISLAMIENTO CABLES, Potencia de Módulo (Wp), Nº Módulos por String, Nº de Strings, Potencia P (KW), Ump (V), Tensión de String (kV), Isc (A), Imp-A, Factor Incr., Factor Incr., Naturaleza, Sección, σ (mm²/mm²), cos φ, Nº de instalaciones por Llave, Llave (m), Tm (°C), Kc, Kd, Ke, Kf, Kg, Kh, Ki, Kj, Kk, Kl, Km, Kn, Ko, Kp, Kq, Kr, Ks, Kt, Ku, Kv, Kw, Kx, Ky, Kz, I (A), Ia (A), Ib (A), Ic (A), Id (A), Factor Carga (%), Valido si Factor Carga > 90%, Conductividad σc (mV/mm²), L (m), P (kW), U (kV), S (mm²), Cdt real (V), Cdt real (%), MAXIMA C.D.T. INVERSOR EN TRAMO DE CC

CÁLCULOS DE CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA - LVDC

Table with columns: PB ASOCIADO, Origen, COD. CABLE, Destino, TIPO CIRCUITO, EJECUCIÓN INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN CABLES, Naturaleza del conductor, AISLAMIENTO CABLES, Potencia de Módulo (Wp), Nº Módulos por String, Nº de Strings, Potencia P (KW), Tensiones (Umpv (V), Tensión de String (UkV)), Factor Incrementador de Intensidad, Factor (TC=47-48) de REBT, Factor Bus (A), Conductor (Naturaleza, Sección), G (mm²/mm²), cos φ, Nº de fases por línea, L (m), Tm (°C), Resistencia Rm (Ω/km), Reactancia Xm (Ω/km), Coeficiente K, Coeficiente α, Coeficiente β, K1, K2, K3, K4, K5, I (A), Ie (A), Ica (A), Icb (A), Icc (A), Factor Carga (P%), Factor Carga (P%), Conductividad (S/m), L (m), P (kW), U (kV), S (mm²), Cdt real (%), Cdt real (%), MÁXIMA C.D.T. INVERSOR EN TRAMO DE CC.

CÁLCULOS DE CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA - LVDC

Table with columns: PB ASOCIADO, Origen, COD. CABLE, Destino, TIPO CIRCUITO, EJECUCIÓN INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN CABLES, Naturaleza del conductor, AISLAMIENTO CABLES, Potencia de Módulo (Wp), Nº Módulos por String, Nº de Strings, Potencia P (KW), Umprr (V), Tensión de String (UkV), Isc (A), Ipv(A), Factor Incrementador de Intensidad, Factor TCR-4T de REBT, Factor Ipv(A), Condutor, Nubeza, Bcción, S (mm²), cos φ, Nº fases por línea, L (m), Tm (°C), Ks, Kt, Km, Kw, Kc, Kd, Ke, Kf, Kg, Kh, Ki, Kj, Kl, Km, Kn, Ko, Kp, Kq, Kr, Ks, Kt, Kv, Kw, Kx, Ky, Kz, La, Lb, Lc, Ld, Le, Lf, Lg, Lh, Li, Lj, Lk, Ll, Lm, Ln, Lo, Lp, Lq, Lr, Ls, Lt, Lu, Lv, Lw, Lx, Ly, Lz, Factor Carga Cable (V), Factor Carga Cable (V), Cond. inicial, L (m), P (kW), U (kV), S (mm²), Cdt real, Cdt real, % Máxima C.T. T. Inversor en Bando de CC

1.2 CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA

2 CÁLCULOS DE CABLE DE MEDIA TENSIÓN

Cálculo Cables Media Tensión L1

| Circuito 1 | Longitud canalización (m) | Longitud cable simple (m) | I _{max} (A) | V (V) | F.P | S (kVA) | Cable | | Zanjas | | Tº del Terreno | Resistividad de terreno | Agrupación en zanja | Profundidad de enterr. | I _{máx} conductor (A) sin coeficientes aplicados | I _{máx} admisible (A) con coeficientes correctores aplicados | Criterio I _{max} admisible | | | Caída de tensión | | | | Criterio de cortocircuito | | | | Criterio Pérdidas de Potencia | | | Criterio más desfavorable | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------|-------|---------|--------------------|---------|----------------------|--------------------|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|---|---|-------------------------------------|------|-------|------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------|------------|--------|-------|-------------------------------|---------|--------------------------|---------------------------|------|---------------|---------------------|--------|------------------------|-----------------------|--------|
| | | | | | | | (mm ²) | Sección | Profundidad en zanja | Nº ternas en zanja | | | | | | | Kt | Kr | Ka | Kp | Factor Carga menor 95%? | I _{adm} / I _{max} | Factor Carga (%) | R (Ohm/km) | X (Ohm/km) | V | % | I _{sc} (A) | tsc (s) | S min (mm ²) | | K | Icc cable (A) | Carga max. a CC (%) | Cumple | P _{Loss} (kW) | P _{Loss} (%) | Cumple |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CT01 - CT02 | 855 | 2566 | 64,15 | 45.000 | 0,900 | 5.000 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 2 | 1,00 | 1.000 | 0,82 | 1,00 | 389,00 | 318,98 | Si | 4,97 | 20,11 | 0,125 | 0,116 | 15,50 | 0,03 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 1,32 | 0,03 | Si | Cortocircuito | | | | |
| CT02- CT03 | 359 | 1078 | 128,30 | 45.000 | 0,900 | 10.000 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 2 | 1,00 | 1.000 | 0,820 | 1,00 | 389,00 | 318,98 | Si | 2,49 | 40,22 | 0,125 | 0,116 | 13,02 | 0,03 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 2,22 | 0,02 | Si | Cortocircuito | | | | |
| CT03 - CS | 895 | 2686 | 192,45 | 45.000 | 0,900 | 15.000 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 3 | 1,00 | 1.000 | 0,730 | 1,00 | 389,00 | 283,97 | Si | 1,48 | 67,77 | 0,125 | 0,116 | 48,67 | 0,11 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 12,44 | 0,09 | Si | Cortocircuito | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Cálculo Cables Media Tensión L1

| Circuito 2 | Longitud canalización (m) | Longitud cable simple (m) | I _{max} (A) | V (V) | F.P | S (kVA) | Cable | | Zanjas | | Tº del Terreno | Resistividad de terreno | Agrupación en zanja | Profundidad de enterr. | I _{máx} conductor (A) sin coeficientes aplicados | I _{máx} admisible (A) con coeficientes correctores aplicados | Criterio I _{max} admisible | | | Caída de tensión | | | | Criterio de cortocircuito | | | | Criterio Pérdidas de Potencia | | | Criterio más desfavorable | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------|-------|---------|--------------------|---------|----------------------|--------------------|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|---|---|-------------------------------------|------|-------|------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------|------------|--------|-------|-------------------------------|---------|--------------------------|---------------------------|------|---------------|---------------------|--------|------------------------|-----------------------|--------|
| | | | | | | | (mm ²) | Sección | Profundidad en zanja | Nº ternas en zanja | | | | | | | Kt | Kr | Ka | Kp | Factor Carga menor 95%? | I _{adm} / I _{max} | Factor Carga (%) | R (Ohm/km) | X (Ohm/km) | V | % | I _{sc} (A) | tsc (s) | S min (mm ²) | | K | Icc cable (A) | Carga max. a CC (%) | Cumple | P _{Loss} (kW) | P _{Loss} (%) | Cumple |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CT04 - CT05 | 528 | 1584 | 64,15 | 45.000 | 0,900 | 5.000 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 2 | 1,03 | 1.000 | 0,820 | 1,00 | 389,00 | 328,55 | Si | 5,12 | 19,53 | 0,125 | 0,116 | 9,57 | 0,02 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 0,81 | 0,02 | Si | Cortocircuito | | | | |
| CT05- CT06 | 427 | 1282 | 128,30 | 45.000 | 0,900 | 10.000 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 2 | 1,03 | 1.000 | 0,820 | 1,00 | 389,00 | 328,55 | Si | 2,56 | 39,05 | 0,125 | 0,116 | 15,49 | 0,03 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 2,64 | 0,03 | Si | Cortocircuito | | | | |
| CT06- CS | 782 | 2345 | 192,45 | 45.000 | 0,900 | 15.000 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 3 | 1,03 | 1.000 | 0,730 | 1,00 | 389,00 | 292,49 | Si | 1,52 | 65,80 | 0,125 | 0,116 | 42,48 | 0,09 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 10,85 | 0,08 | Si | Cortocircuito | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Cálculo Cables Media Tensión L1

| Circuito 3 | Longitud canalización (m) | Longitud cable simple (m) | I _{max} (A) | V (V) | F.P | S (kVA) | Cable | | Zanjas | | Tº del Terreno | Resistividad de terreno | Agrupación en zanja | Profundidad de enterr. | I _{máx} conductor (A) sin coeficientes aplicados | I _{máx} admisible (A) con coeficientes correctores aplicados | Criterio I _{max} admisible | | | Caída de tensión | | | | Criterio de cortocircuito | | | | Criterio Pérdidas de Potencia | | | Criterio más desfavorable | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------|-------|---------|--------------------|---------|----------------------|--------------------|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|---|---|-------------------------------------|-------|-------|------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------|------------|--------|-------|-------------------------------|---------|--------------------------|---------------------------|------|---------------|---------------------|--------|------------------------|-----------------------|--------|
| | | | | | | | (mm ²) | Sección | Profundidad en zanja | Nº ternas en zanja | | | | | | | Kt | Kr | Ka | Kp | Factor Carga menor 95%? | I _{adm} / I _{max} | Factor Carga (%) | R (Ohm/km) | X (Ohm/km) | V | % | I _{sc} (A) | tsc (s) | S min (mm ²) | | K | Icc cable (A) | Carga max. a CC (%) | Cumple | P _{Loss} (kW) | P _{Loss} (%) | Cumple |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CT07 - CT08 | 166 | 499 | 32,08 | 45.000 | 0,900 | 2.500 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 2 | 1,03 | 1.000 | 0,820 | 1,00 | 389,00 | 328,55 | Si | 10,24 | 9,76 | 0,125 | 0,116 | 1,51 | 0,00 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 0,06 | 0,00 | Si | Cortocircuito | | | | |
| CT08 - CS | 837 | 2510 | 96,23 | 45.000 | 0,900 | 7.500 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 2 | 1,03 | 1.000 | 0,820 | 1,00 | 389,00 | 328,55 | Si | 3,41 | 29,29 | 0,125 | 0,116 | 22,74 | 0,05 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 2,90 | 0,04 | Si | Cortocircuito | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Cálculo Cables Media Tensión L1

| Circuito 4 | Longitud canalización (m) | Longitud cable simple (m) | I _{max} (A) | V (V) | F.P | S (kVA) | Cable | | Zanjas | | Tº del Terreno | Resistividad de terreno | Agrupación en zanja | Profundidad de enterr. | I _{máx} conductor (A) sin coeficientes aplicados | I _{máx} admisible (A) con coeficientes correctores aplicados | Criterio I _{max} admisible | | | Caída de tensión | | | | Criterio de cortocircuito | | | | Criterio Pérdidas de Potencia | | | Criterio más desfavorable | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------|-------|---------|--------------------|---------|----------------------|--------------------|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|---|---|-------------------------------------|------|-------|------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------|------------|--------|-------|-------------------------------|---------|--------------------------|---------------------------|------|---------------|---------------------|--------|------------------------|-----------------------|--------|
| | | | | | | | (mm ²) | Sección | Profundidad en zanja | Nº ternas en zanja | | | | | | | Kt | Kr | Ka | Kp | Factor Carga menor 95%? | I _{adm} / I _{max} | Factor Carga (%) | R (Ohm/km) | X (Ohm/km) | V | % | I _{sc} (A) | tsc (s) | S min (mm ²) | | K | Icc cable (A) | Carga max. a CC (%) | Cumple | P _{Loss} (kW) | P _{Loss} (%) | Cumple |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CT09 - CT10 | 227 | 681 | 64,15 | 45.000 | 0,900 | 5.000 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 2 | 1,03 | 1.000 | 0,820 | 1,00 | 389,00 | 328,55 | Si | 5,12 | 19,53 | 0,125 | 0,116 | 4,11 | 0,01 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 0,35 | 0,01 | Si | Cortocircuito | | | | |
| CT10 - CS | 410 | 1230 | 128,30 | 45.000 | 0,900 | 10.000 | 3 x 1 x | 240 | 1 | 2 | 1,03 | 1.000 | 0,820 | 1,00 | 389,00 | 328,55 | Si | 2,56 | 39,05 | 0,125 | 0,116 | 14,86 | 0,03 | 20000,00 | 1,00 | 224,72 | 89,00 | 21360,00 | 93,63 | Si | 2,53 | 0,03 | Si | Cortocircuito | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA

Málaga, Octubre de 2020

DOCUMENTO 3

PLAN DE EJECUCIÓN

3 PLAN DE EJECUCIÓN3

3 PLAN DE EJECUCIÓN

En el presente apartado se muestra el Programa de Ejecución para la construcción de la Planta Fotovoltaica de Adar de 45,00 MWn del nudo Pinar del Rey.

| Programa de Ejecución para la construcción de Planta Fotovoltaica Adar 45,00 MWn en nudo Pinar del Rey | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Etapas de Proyecto | jul-21 | ago-21 | sep-21 | oct-21 | nov-21 | dic-21 | ene-22 | feb-22 | mar-22 | abr-22 | may-22 | jun-22 | jul-22 | ago-22 | sep-22 | oct-22 |
| 1. Ingeniería: Fase constructiva | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 1.1 Ingeniería: As Built y Puesta en Marcha | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 2. Autorizaciones Administrativas: Fase previa | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Autorizaciones Administrativas: Fase Final | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| 3. Construcción: Obra Civil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 Desbroce | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 Caminos | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 3.3 Hincado de pies | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 3.4 Apertura y acondicionamiento de zanjas | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| 3.5 Cierre de zanjas | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 3.6 Restauración de terreno | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| 4. Electricidad | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 Acopio | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| 4.2 Tendido y conexionado | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 5. Montaje de campo solar | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 Montaje de estructuras y módulos | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 5.2 Conexionado | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 6. Evacuación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 Acopio | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 6.2 Apertura y acondicionamiento de zanjas | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| 6.3 Montaje electromecánico | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 6.4 Puesta en tensión | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| 7. Puesta en Marcha y Pruebas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 Commissioning | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 8. Puesta en Servicio Comercial: Acta de Puesta en Marcha | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

Tabla 1. Programa de Ejecución de la planta fotovoltaica

El Ingeniero Técnico Industrial Autor del Proyecto

Juan Carlos Cortés Rengel
 Colegiado COPITIMA
 Málaga, Octubre de 2020

DOCUMENTO 4

PLIEGO DE CONDICIONES

| | |
|---|----|
| 4 PLIEGO DE CONDICIONES | 3 |
| 4.1 CONDICIONES GENERALES | 3 |
| 4.1.1 Objeto | 3 |
| 4.1.2 Campo de aplicación | 3 |
| 4.1.3 Disposiciones generales | 3 |
| 4.1.4 Condiciones facultativas legales | 3 |
| 4.1.5 Seguridad en el trabajo | 6 |
| 4.1.6 Seguridad pública | 7 |
| 4.1.7 Organización en el trabajo | 7 |
| 4.1.8 Datos de la obra | 7 |
| 4.1.9 Replanteo de la obra | 7 |
| 4.1.10 Mejoras y variaciones en el proyecto | 8 |
| 4.1.11 Recepción final del material | 8 |
| 4.1.12 Organización | 8 |
| 4.1.13 Facilidades para la inspección | 8 |
| 4.1.14 Ensayos | 9 |
| 4.1.15 Limpieza y Seguridad en las Obras | 9 |
| 4.1.16 Medios auxiliares | 9 |
| 4.1.17 Ejecución de las obras | 9 |
| 4.1.18 Instalación | 9 |
| 4.1.19 Subcontratación de las obras | 13 |
| 4.1.20 Plazo de ejecución | 13 |
| 4.1.21 Recepción provisional | 14 |
| 4.1.22 Período de garantía | 14 |
| 4.1.23 Recepción definitiva | 14 |
| 4.1.24 Pagos de obra | 14 |
| 4.1.25 Abono de materiales acopiados | 15 |
| 4.1.26 Disposición final | 15 |
| 4.2 CONDICIONES PARTICULARES | 19 |
| 4.2.1 Condiciones particulares de Planta FV | 19 |

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 CONDICIONES GENERALES

4.1.1 Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones es determinar los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones de referencia, cuyas características técnicas estarán especificadas en los restantes documentos que componen el presente trabajo.

4.1.2 Campo de aplicación

Este pliego de Condiciones se refiere a la construcción de instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red. Los Pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

4.1.3 Disposiciones generales

El contratista estará obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes en el momento de la ejecución de las obras. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042: "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto, en caso de que proceda.

Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de clasificación empresarial.

4.1.4 Condiciones facultativas legales

Las obras, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

Las obras, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

1. Artículo 1.588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación; la Ley de Contratos del Estado, de 17/03/73 y Reglamento para su aplicación, de 15/11/75; el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, aprobado por Decreto 3584/70 y Reglamento de Contratación de las corporaciones Locales de 09/01/53.
2. Real Decreto 2818/1998 de 23 de diciembre sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.

3. Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4. 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.

5. 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.

6. 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 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.

Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.

7. Real Decreto 3490/2000, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para el 2001.

8. Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

9. 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.

10. 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.

11. Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, por el que se establecen medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión, con objeto de proteger la avifauna.

12. Norma Básica de la Edificación (NBE).
13. Código Técnico de la Edificación (CTE)
14. Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
15. Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, según decreto de 12/03/54.
16. Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación (Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre).
17. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (2014)
18. Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, (Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre).
19. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden del 09/03/71, del Ministerio de Trabajo y en lo que no se oponga a la mencionada Ordenanza.
20. Orden de 20/05/52, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en la Construcción y Obras Públicas y Ordenes Complementarias de 19/12/53 y 23/09/66.
21. Orden de 02/02/61 sobre prohibición de cargas a brazo que excedan 80 Kg.
22. P.O. 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones de producción de Régimen Especial.
23. Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas. (Instrucción Técnica Componentes ITC-FV-04).
24. Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (ITC-FV-04).
25. RD - Reales Decretos de aplicación.

26. UNE - Una Norma Española.
27. EN - Estándares Europeos.
28. CEI - Comisión Electrotécnica Internacional.
29. ISO - International Organization for Standardization.
30. UL - Underwriters Laboratory Installation Photovoltaic.
31. EIA - Electronic Industries Association.
32. EHE - Instrucción Española del Hormigón Estructural.

4.1.5 Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir todas las condiciones que se indican en este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, magos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas, útiles limpiadores, etc., y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal del Contratista está obligado a utilizar todos los dispositivos y medios de protección personal necesarios para eliminar o reducir los riesgos profesionales pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar su propia integridad física o la de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista en cualquier momento, antes o después del comienzo de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social en la forma legalmente establecida.

4.1.6 Seguridad pública

El Contratista deberá tomar las máximas precauciones para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de seguros que proteja a sus empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños o responsabilidad civil, en que pudieran incurrir para con el Contratista o para con terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

4.1.7 Organización en el trabajo

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para su perfecta ejecución y siguiendo las indicaciones del presente Pliego de Condiciones.

4.1.8 Datos de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, de todos los documentos del Proyecto, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de dos meses, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa y por escrito del Director de Obra.

4.1.9 Replanteo de la obra

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de la misma, con especial atención en los puntos singulares.

Se levantará Acta, por triplicado, firmada por la Propiedad, el Director de Obra y el representante del Contratista.

Los gastos derivados de las operaciones de replanteo serán por cuenta del Contratista.

4.1.10 Mejoras y variaciones en el proyecto

No se considerarán mejoras y variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de su ejecución.

4.1.11 Recepción final del material

El Director de Obra, de acuerdo con el Contratista, dará su aprobación a los materiales suministrados y confirmará su validez para una instalación correcta. La vigilancia y conservación de los materiales será por cuenta del Contratista.

4.1.12 Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas y, en general, a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular, antes o durante la ejecución de las obras.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra y la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen estará a cargo del Contratista, quien informará al Director de Obra de estos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, adquisición o alquiler de elementos auxiliares, compra de materiales y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de materiales o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% los normales del mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo caso de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

4.1.13 Facilidades para la inspección

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

4.1.14 Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

4.1.15 Limpieza y Seguridad en las Obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la dirección técnica. Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

4.1.16 Medios auxiliares

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

4.1.17 Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto, a las condiciones contenidas en el presente Pliego de Condiciones Generales y en el pliego particular, si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el Pliego de Condiciones Técnicas. El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá realizar ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en los datos fijados en Proyecto. El Contratista no podrá utilizar en los trabajos, personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado "Mejoras y Variaciones del Proyecto". Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo de la obra. El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado, a juicio del Director de Obra.

4.1.18 Instalación

La instalación del campo fotovoltaico debe entenderse como un proyecto llave en mano y debe alcanzar todos los servicios, trabajos, preparación, componentes, material, máquinas y herramientas que sean necesarias para llevar a cabo el proyecto. Trabajos preliminares Los siguientes trabajos deben ser realizados, aparte de otros que se consideren necesarios y que serán diferentes para cada planta solar:

Revisión de las carreteras de acceso. Reparación o acondicionamiento en caso de cumplir con los requisitos mínimos.

Limpieza del terreno: retirar las malas hierbas, árboles, piedras, y ruinas etc.

Inspección y allanamiento del terreno.

Planificación y replanteo topográfico de todo el material relevante (vallado, zapatas, casetas etc.)
Instalación de elementos de señalización de seguridad e identificación de la obra.

Alquiler, transporte y colocación de casetas de obra y demás servicios para trabajadores, incluida fosa séptica o baños químicos, tomas de agua, según legislación vigente y grupo electrógeno portátil para obtener tensión de obra (en caso necesario). Instalación Obra Civil Estos trabajos deben ser realizados, aparte de otros que se dispongan:

Montaje de la valla perimetral incluyendo sus zapatas, puertas de entrada de peatones y puertas de entradas de vehículos.

Movimiento de tierras, despeje y desbroce del terreno para adecuarlo a las características descritas en el proyecto para adecuación del terreno.

Construcción de los cimientos o preparación del emplazamiento de las casetas.

Colocación/construcción de las casetas de los inversores.

Construcción de las zapatas para los postes del sistema de seguridad.

Construcción del sistema de drenaje de la planta fotovoltaica para el terreno y las casetas.

Construcción de todas las canalizaciones para los cables BT, MT, seguridad perimetral, control y monitorización, etc. incluyendo arquetas, tubos, cinta señalizadora, etc. según reglamentación.

Construcción/Adecuación de los caminos interiores de la planta.

Realización de fosos con lecho de arena, acondicionamiento y acerado perimetral para centros de transformación, centros de entrega y casetas. Instalación Montaje Mecánico En particular estos trabajos deben ser realizados, y cualquier otro que decidamos:

Montaje mecánico de las estructuras.

Montaje mecánico de los módulos en las estructuras.

Montaje mecánico de cajas de conexión, armarios y otros equipos auxiliares.

Instalación Eléctrica Estos trabajos deben ser realizados, y /o cualquier otro que requiera ser realizado:

Instalación de los cables de DC de las cadenas, su conexión a las cajas de cambio de sección y a las cajas de conexión.

Instalación de los cables principales de DC y su conexión a las cajas de conexión y a los inversores.

Instalación de los cables de transmisión de datos y de los cables para alimentación de los equipos de monitorización de cadenas.

Instalación de los cables de AC y su conexión a los inversores y transformadores. Instalación y conexión de los cuadros de protección y medida.

Instalación de todos los elementos de DC necesarios para el correcto funcionamiento del parque y que no se hayan descrito arriba.

Instalación de todos los elementos de AC necesarios para el correcto funcionamiento del parque y que no se hayan descrito arriba.

Instalación de red de puesta a tierra de toda la instalación. Instalación y puesta en marcha del sistema de seguridad y vigilancia.

Instalación y puesta en marcha del sistema de monitorización incluyendo los sensores de Tª, radiación y la estación meteorológica

Todos los cables deberán llevar identificación en ambos extremos, así como en las arquetas, entradas a casetas, cuadros, etc.

Todos los cables previamente a la puesta en marcha deben ser megados, pasarán las pruebas de polaridad en el caso de c.c., y secuencia de fases para ca y los cables de MT pasarán los ensayos de rigidez dieléctrica de cubierta y aislamiento.

Se realizarán las mediciones de la resistencia de p.a.t. que deberá ser inferior a la máxima admisible Instalación General Los siguientes trabajos deben ser realizados, aparte de cualquier otro requerido:

Se debe realizar un almacenaje organizado para todos los componentes y materiales de la obra. Se seguirán las normas de transporte y almacenaje de material impuestas por los fabricantes.

Para el caso de material sensible, o equipos eléctricos, estos deben ser almacenados a resguardo de las inclemencias y posibles hurtos.

En todo momento se deberá registrar el material instalado/acopiado/distribuido en obra sin instalar.

Se deberá identificar exactamente dónde queda instalado cada material o equipo:

Módulos FV (n° serie)

Partidas de cable (matrícula bobina)

Cuadros eléctricos (n° identificación)

Inversores (n° serie)

Contadores (n° serie)

Transformadores, celdas, equipos MT (n° serie)

Casetas o centros prefabricados (n° identificación)

Cámaras de seguridad y detectores volumétricos (n° serie)

Racks y equipos de comunicaciones, control seguridad, etc. (n° identificación)

Cualquier otro material o equipo que se pueda identificar de manera unívoca.

Durante la ejecución de los trabajos se contratarán los servicios de una empresa de Seguridad presencial para proteger el material y la obra en todo momento en el que no haya personal responsable (jefe de obra o encargado) en la instalación.

Durante la etapa de ejecución se dispondrá de alimentación para servicios auxiliares de electricidad y tomas de agua limpia y sucia. Pruebas previas y puesta en servicio Se realizarán las pruebas y ensayos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de las instalaciones. Se remitirá protocolo de ensayos a la oficina técnica de solar FV. Cuando sea exigible por los organismos oficiales o compañía eléctrica, se subcontratará la realización de estas pruebas o ensayos a de entidades de control acreditado o empresas homologadas.

4.1.19 Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste contratar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, de acuerdo con los siguientes requisitos:

1. Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
2. Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros, no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.
3. En cualquier caso, el Contratante no quedará vinculado en absoluto, ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obra no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

La subcontratación deberá siempre supeditarse a la autorización previa por parte de la parte Contratante

4.1.20 Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, empezarán a contar a partir de la fecha del replanteo de las obras. El Contratista estará obligado a cumplir los plazos señalados, que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones, cuando los cambios determinados por el Director de Obra y debidamente aprobados por el Contratante, influyan realmente en los plazos señalados en el contrato. Si por causas ajenas por completo al Contratista, no fuera posible comenzar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra la prórroga estrictamente necesaria.

4.1.21 Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y dentro de los quince días siguientes a la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es procedente. El Acta será firmada por el Director de Obra, por el Contratista y, de ser el caso, por la Propiedad, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente, de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y Proyecto correspondiente, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía. En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones, podrá declararse rescindido el contrato, con pérdida de la fianza.

4.1.22 Período de garantía

El período de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción. Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista será responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defecto de ejecución o mala calidad de los materiales.

4.1.23 Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

4.1.24 Pagos de obra

El pago de las obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales, que se realizarán, con carácter general, mensualmente. Dichas certificaciones contendrán las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10%, con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo,

inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas, que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

4.1.25 Abono de materiales acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material. La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de dos meses, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que pueda resultar.

4.1.26 Disposición final

La concurrencia a cualquier concurso cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Certificación de la compañía

Todas las empresas involucradas en la construcción de la planta deben estar inscritas en el Registro de Empresas Certificadas, deberán ser empresas acreditadas según el procedimiento de Isolux. Las empresas instaladoras deben ser instaladores acreditados en España. Se les exigirá toda la documentación pertinente para que puedan realizar los trabajos de construcción de la planta, esta documentación deberá ser entregada antes de comenzar los trabajos.

Certificación y firma de la documentación del proyecto

“As-built”

Al final de los trabajos se requerirá el proyecto de ejecución, así como el acta de final de obra todo visado por el colegio profesional correspondiente incluyendo documentación "AS-built" del parque.

Sistema de recogida de residuos y medioambiente

Se exigirá un sistema de recogida y separación de residuos en la obra para mantenerla en buen estado de limpieza y así respetar la normativa de medioambiente vigente (tanto local, regional, nacional y europea). La obra de construcción deberá mantenerse siempre en condiciones de seguridad e higiene. La retirada de los residuos será realizada por empresas autorizadas para la recogida de residuos y deberá ser documentada por escrito. Se exigirá el cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a seguridad y medioambiente.

Seguridad y Salud

Se exigirá el cumplimiento riguroso de toda la legislación de seguridad y salud vigente (tanto la normativa europea, española, etc). Se adoptarán todas las medidas de seguridad y salud necesarias para cumplir dicha legislación. Todos los empleados de todas las empresas involucradas en la construcción de la planta fotovoltaica serán formados en prevención de riesgos laborales y deberán seguir todas las normas de seguridad y salud. Se exige un Plan de Seguridad y Salud que deberá ser realizado por la contrata

principal y aprobado por el coordinador de seguridad y salud. En este plan se reflejarán todos los riesgos inherentes a la obra y la forma de evitarlos. Se exigirá también un listado completo de todos los empleados que vayan a realizar trabajos en la obra de construcción y se revisará la documentación de seguridad y salud de todos ellos antes de comenzar la obra.

Dirección e inspección

Se designará a un Jefe de obra por parte de Isolux que ejercerá de Dirección Facultativa y que ha de dirigir e inspeccionar las obras. Las órdenes de este deberán ser aceptadas por el Contratista como emanadas directamente de la propiedad, la cual podrá exigir que las mismas le sean dadas por escrito y firmadas, con arreglo a las normas habituales en estas relaciones técnico-administrativas. Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones del Jefe de obra crea oportuna hacer el Contratista, deberá ser formulada por escrito, dentro del plazo de quince (15) días después de dictada la orden. El Jefe de obra decidirá sobre la interpretación de los planos y de las condiciones de este documento y será el único autorizado para modificarlos. El Jefe de obra tendrá acceso a todas las partes de la obra, y el Contratista les prestará la información y ayuda necesarias para llevar a cabo una inspección completa y detallada. Se podrá ordenar la remoción y sustitución a expensas del Contratista, de toda

la obra hecha o de todos los materiales usados sin la supervisión o inspección del Jefe de obra o sus representantes. El contratista comunicará con antelación suficiente, nunca menor de ocho días, los materiales que tenga intención de utilizar, enviando muestras para su ensayo y aceptación y facilitando los medios necesarios para la inspección. El Jefe de obra podrá exigir que el Contratista retire de las obras a cualquier empleado u operario que no sea competente, falto de subordinación, o que sea susceptible de cualquier otra objeción similar. Lo que no se expone respecto a la inspección de las obras y los materiales en este Pliego no releva a la Contrata de sus responsabilidades en la ejecución de las obras. Medios y métodos de construcción A menos que se indique expresamente en los planos y documentación contractual, los medios y métodos de construcción serán elegidos por el Contratista, si bien reservándose el Jefe de obra el derecho de rechazar aquellos medios o métodos propuestos por el Contratista que:

Constituyan o pueden causar un riesgo al trabajo, personas o bienes.

Que no permitan lograr un trabajo terminado conforme a lo exigido en el contrato.

Dicha aprobación del Jefe de obra o en su caso silencio, no eximirá al Contratista de la obligación de cumplir el trabajo conforme a lo exigido en el contrato. En el caso de que el Jefe de obra rechace los medios y métodos del Contratista no se considerará como una base de reclamaciones por daños causados. Materiales que no reúnan las condiciones de este documento

Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este documento, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Jefe de obra dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o lleguen al objeto a que se destinen. Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden del Jefe de obra para que retire de las obras los materiales defectuosos no ha sido cumplida, procederá a verificar esta operación la entidad Contratante y los gastos serán abonados por el Contratista. Si los materiales o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Jefe de obra, se recibirán, pero con la rebaja de precio que el mismo determine, a menos que el Contratista prefiera sustituirlos por otros adecuados. Suministro de agua y electricidad El Contratista tendrá obligación de montar y conservar por su cuenta un suministro de agua, tanto para las obras como para uso del personal, instalando y conservando los elementos precisos para este fin. El suministro de energía eléctrica es por cuenta del Contratista, quien deberá establecer los elementos necesarios para garantizar dicho suministro. Instalaciones de obra provisionales El Contratista construirá/instalará y conservará las debidas instalaciones sanitarias y otras auxiliares, necesarias durante la ejecución de la obra. Estas estarán adaptadas en número y características a las exigidas por la reglamentación vigente, para ser

utilizadas por los obreros y empleados en la obra en la forma y lugares debidamente aprobados por el Jefe de obra. A la terminación de la obra serán retiradas estas instalaciones procediendo a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas y dejando en todo caso éstos limpios y libres de inundaciones.

4.2 CONDICIONES PARTICULARES

4.2.1 Condiciones particulares de Planta FV

4.2.1.1 Introducción

El objeto del presente Pliego de Condiciones es determinar los requisitos técnicos y las condiciones a que se deben ajustar las instalaciones de referencia

4.2.1.2 Condiciones técnicas de carácter general

Como condiciones técnicas de carácter general se establecen las siguientes prescripciones:

- En particular, el funcionamiento de la instalación fotovoltaica no deberá provocar en la red pública averías, disminuciones de las condiciones de seguridad, ni alteraciones superiores a las admitidas por los Reglamentos o Normativas en vigor y que afecten a los demás usuarios. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no dará origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

- En el caso de que la línea de interconexión se quede sin tensión, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la compañía distribuidora, o por haber actuado alguna protección de la línea, las instalaciones fotovoltaicas no deberán mantener tensión en la línea de distribución.

Las condiciones de conexión a la red pública se fijarán en función de la potencia de la instalación fotovoltaica, para evitar efectos perjudiciales a los usuarios con cargas sensibles. Por otra parte, para establecer el punto de conexión a la red se tendrá en cuenta la capacidad de transporte de la línea y la potencia instalada en los centros de transformación y distribuciones en diferentes fases de generadores fotovoltaicos provistos de inversores monofásicos.

4.2.1.3 Condiciones específicas de interconexión de las instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión

En la conexión de la instalación fotovoltaica, se deberá respetar que la caída de tensión provocada por la conexión y desconexión de la Instalación Fotovoltaica sea, como máximo el 5 por 100 y no deberá provocar en ningún usuario de los conectados a la red la superación de los límites indicados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El factor de potencia de la energía suministrada a la compañía distribuidora será lo más próximo posible a la unidad. Las instalaciones fotovoltaicas conectadas en paralelo con la red tomarán las medidas necesarias para ello o llegar a acuerdos con la compañía distribuidora.

En el caso de incumplimiento reiterado y justificado de la reglamentación en vigor relativa a la emisión de armónicos y de la susceptibilidad electromagnética de la instalación se comunicará a la administración competente que resolverá sobre la posible desconexión.

4.2.1.4 Accesos

El principal acceso por carretera, durante la ejecución debe tener las siguientes características:

El firme será suficientemente resistente y se hará el acondicionamiento adecuado para el tránsito de los vehículos pesados y maquinaria que se deban utilizar durante la ejecución de la instalación.

Anchura \geq 5m

Los radios de curvas y peraltes deben ser adecuados para los vehículos arriba mencionados.

La composición de la carretera debe estar definida de acuerdo a las características de los vehículos y a las condiciones geológicas del terreno.

El principal acceso por carretera, durante el mantenimiento, debe tener las siguientes características:

Para cargas medias

Anchura \geq 3m

Radio de curva y peraltes deberán ser adecuados a los vehículos.

Las características de la carretera deben ser definidas de acuerdo a los vehículos que van a transitar por ellas y a las características geológicas del terreno.

Los accesos deberán quedar en buenas condiciones a la finalización de los trabajos.

4.2.1.5 Terreno/emplazamiento

Se tendrán en cuenta una serie de criterios básicos o preliminares para la selección de terrenos para posteriormente aplicar unos criterios de detalle que permitan minimizar los costes. Criterios básicos o preliminares: Criterios geotécnicos:

- Evitar terrenos compuestos por aportes de obra no consolidados o consolidados con elevado espesor.

- Evitar terrenos en los que las labores agrícolas sean habituales, a menos que sea evidente la existencia de una suela de labor.
- Evitar terrenos con rellenos aluviales o procedentes de ríos cercanos, ya que indican una alta probabilidad de avenidas.
- Evitar terrenos con numerosos afloramientos de rocas de dimensiones superiores a arenas o gravas.

Criterios topográficos de selección:

- Evitar terrenos con pendientes dispares dentro la misma parcela con valores superiores al 7%.
- Evitar terrenos con pendiente en una única dirección con valores superiores al 10%.
- Seleccionar terrenos llanos o con pendiente orientación sur.
- Seleccionar terrenos con infraestructura eléctrica colindante o interna a la parcela.
- Seleccionar terrenos con accesos mínimos de camino agrícola de tipo secundario, evitando los terrenos con caminos terminales o accesos mediante vías no consolidadas.

4.2.1.6 Movimiento de tierras

Se realizará un desbroce inicial de la capa vegetal superficial, sobre todo para eliminar el primer sustrato vegetal. Se realizarán el desmonte y terraplenado necesarios para suavizar pendientes y alcanzar las pendientes máximas soportadas por la estructura de acuerdo con los certificados de la misma.

En función del tipo de terreno se relazarán diferentes labores para conseguir la capacidad portante necesaria:

Se realizará una aportación de una capa de zahorra o material de aporte externo comprendido entre 15 y 20 cm en los viales interiores, perimetrales, en las zonas de ubicación de casetas, centros, etc. y lugares que lo requieran para garantizar de este modo la calidad mínima del terreno en toda la superficie.

En los casos con afloramientos se realizará el descabezado de estos.

Deberá existir un sistema de drenaje que debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua del terreno. Debe ser calculado y diseñado consultando los datos meteorológicos y geológicos de la zona de

la instalación aportando el pertinente estudio de drenaje o hidrogeológico. Se requerirá para los componentes del sistema de drenaje, las especificaciones técnicas, certificaciones y garantías disponibles considerando un periodo de retorno para la evaluación de precipitaciones de 50 años

4.2.1.7 Caminos interiores

Se realizará un camino practicable a lo largo de toda la planta compuesto por el propio material del terreno de la obra, explanado y compactado, de forma que se evite la formación de balsas de agua y charcos.

A la finalización de los trabajos de ejecución se realizará un camino principal por el interior de la planta formado por zahorra con un espesor mínimo de 20 cm.

Se evitará la formación de charcos y balsas en los laterales del camino. En caso de ser necesario se realizarán acequias para el drenaje del agua. Se realizará un camino perimetral con un espesor mínimo de 20 cm. alrededor de todo el perímetro de la parcela, siendo este de una distancia mínima de 10 metros a cualquier instalación o edificación. En caso de que la superficie sea muy ajustada, esta distancia podrá ser inferior.

4.2.1.8 Vallado

Los requerimientos mínimos que deberá cumplir el material del vallado serán:

Cerramiento metálico de 2,25 metros de altura libre.

Postes de acero galvanizado en caliente;

Cimentado en zapatas cilíndricas de hormigón (150 Kg/m²) de 30 cm. de \emptyset y 40 cm. de profundidad. Los postes irán rematados con tapón metálico, siendo su parte final inclinada (35 cm.), donde se instalan tres cordones de alambre de espino galvanizado de 1,7 mm de \emptyset (resistencia a la rotura 90-110 kg/mm²).

La malla a instalar será de simple torsión de 2,25 m de altura y estará constituida por alambre (resistencia entre: 45 y 55 kg/mm²) de acero triple galvanizado reforzado (recubrimiento de zinc mínimo: 245 g/m²), formando rombos que circunscriben una circunferencia de 50 mm de \emptyset .

Los alambres utilizados para tensar la malla situados en la parte superior, media e inferior serán de acero triple galvanizado reforzado de 2,7 mm de \emptyset .

Los tornillos de fijación del mallazo al poste deberán contar con algún tipo de seguridad para evitar que puedan ser manipulados desde el exterior de la planta.

Protección Anti-escalado con 3 filas de alambre de espino (0,50m)

Señalización resistente a la lluvia y a los rayos UV con el rótulo de "PELIGRO: ALTO VOLTAJE" alrededor de la valla.

Las puertas serán del mismo material descrito anteriormente y tendrán una apertura de al menos 6 metros. Se contará con una puerta para acceso de peatones, y una puerta para acceso de vehículos.

4.2.1.9 Cimentaciones

Las cimentaciones a seleccionar dependerán del tipo de terreno disponible tras la selección previa de los más adecuados para la ejecución de las plantas solares fotovoltaicas:

Situación 1:

Terrenos con roca madre cercana al estrato superficial, en los que el perfil se compone de horizonte sedimentario de potencia baja (0,20 – 0,50 metros), horizonte A, con trazas de arcillas y/o limos y roca madre, con pendientes comprendidas entre el 1 y el 3%. En estos terrenos se puede optar por cimentaciones aisladas compuestas por bloques de hormigón prefabricados o ejecutados en obra (en los casos en los que la experiencia del personal permita esto), con dos posibilidades:

Bloque prefabricado.

Placa alveolar de hormigón armado dispuesta en dirección perpendicular al eje de montaje.

Desbroce de la capa vegetal existente. Este desbroce puede servir de porte orgánico una vez finalizada la ejecución, como medida que aporte compensación ambiental.

Eliminación del horizonte sedimentario. Ejecución de las cimentaciones.

Situación 2:

Terrenos con roca madre alejada del estrato superficial, en los que el perfil se compone de horizonte sedimentario de potencia baja (0,20 – 0,50 metros), horizonte A, con composición variable (bajas concentraciones de arcillas) y horizonte B, con composición granulométrica gruesa y módulo de

elasticidad elevada. Se alcanzarán las pendientes máximas soportadas por la estructura de acuerdo con los certificados de la misma.

En función del tipo de terreno se realizarán diferentes labores para conseguir la capacidad portante necesaria:

En estos terrenos se debe optar por cimentaciones aisladas compuestas por tornillos o perfilera hincada. Labores a realizar:

Leve desbroce de capa vegetal con el fin de delimitar los puntos en los que se ha de realizar el pilotaje. Ejecución de las cimentaciones.

Las cimentaciones del tipo aisladas compuestas por tornillos será del tipo base atornillable telescópica en el caso de que el terreno lo requiera o con virola si el fabricante del tornillo no coincide con el fabricante de la estructura. Los tornillos deberán ser capaces de soportar cargas comprendidas entre los 2500 y los 5000 kilos a tracción y cargas comprendidas entre 3000 y 6700 kilos en compresión dependiendo del tipo de terreno en el que se ejecute. En el caso de utilizar hincado se utilizará chapa de acero perfilada de espesor 4 mm. El acero empleado tendrá un límite de empotramiento de FYK igual a 380 N/mm². Los perfiles se hincarán a una profundidad aproximada comprendida entre 1 metro y 2,5 metros. Hincados inferiores a un metro no serán admitidos.

4.2.1.10 Sistema de generación eléctrico

4.2.1.10.1 Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores) como a materiales conductores, cajas y armarios de conexión, exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. Sistemas generadores fotovoltaicos.

4.2.1.10.2 Módulos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Los módulos fotovoltaicos serán de silicio monocristalino y de potencia unitaria 585 Wp. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

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

Los módulos estarán probados para su correcto funcionamiento en ambientes con humedad hasta el 100% y rangos de temperatura entre -40°C y $+90^{\circ}\text{C}$, y soportando velocidades de viento de hasta 180 Km./hora. Los módulos estarán dotados de la certificación CE

4.2.1.10.3 Estructura

Los módulos se instalarán en estructuras móviles de tipo seguidor solar a un eje. Cada estructura soportará 1 fila en posición vertical, admitiendo en total hasta 54 módulos por estructura seguidora. La distancia entre filas será la adecuada a la situación de la planta y será también proporcionada por oficina técnica. El material a usar para la estructura será preferiblemente Aluminio, si bien se aceptará acero galvanizado en caliente con un espesor de galvanizado que asegure una vida útil mínima de 30 años. En caso de usar acero galvanizado no estará permitido la realización de ninguna soldadura, corte o taladro sobre la estructura suministrada.

En caso de que el material utilizado sea acero galvanizado en caliente cumplirá con la UNE-EN ISO 1461:2010 en lo referente a valores medios de galvanizado y no a valores mínimos. Respecto al cálculo de solicitaciones se realizará siguiendo el código técnico de la edificación considerando combinación de acciones, viento más nieve más peso propio con coeficientes de mayoración 1,15, 1 y 1. Se podrá aplicar una combinación de cargas que permita considerar la carga del viento como elemento independiente, siendo el valor a soportar de este de 140 Km/h. La calidad Mínima (en cuanto a corrosión) será:

C3 para localizaciones con poca contaminación industrial y suficientemente alejadas del mar.

C4 para localizaciones con contaminación industrial y/o cerca del mar.

Comentado [JCR1]: Mencionar que "los módulos fotovoltaicos serán de silicio monocristalino y de potencia unitaria 470Wp".

Comentado [VGZ2R1]: Ok

Comentado [JCR3]: Eliminar.

En cuanto a materiales de fijación (pernos, tornillos, tuercas, arandelas, anclajes etc.): Acero inoxidable tipo AISI 304, grupo de acero A2.

En lo referente a resistencia mecánica la clase de resistencia será 50 para gamas de diámetros inferiores a M39 de acuerdo con DIN 207. En el caso de tener que utilizar dentro de una misma estructura acero y aluminio se preverá una separación galvánica tanto entre correas de diferentes materiales, como entre correas y módulos. El material de separación deberá ser aprobado por oficina técnica solar FV. La luz de separación entre ejes de soportes será 3 a 4 metros, de esta forma se podrá minimizar el número de cimentaciones a ejecutar. No se contempla la instalación de sistemas de seguridad en los que la estructura sea el elemento principal, entendiéndose por tal y como ejemplo el uso de roblones en vez de tomillería.

Zapatas Las zapatas de la estructura deben elegirse siguiendo código técnico de la edificación y teniendo en cuenta composición del terreno, nivel freático, concentración de sulfatos, etc. Las zapatas estarán realizadas en hormigón H25 con control normal. Todas ellas deberán disponer de un armado para tracción realizado en acero B400S o B500S. Las zapatas deberán ser calculadas de acuerdo con las transmisiones de los esfuerzos de la estructura de forma que cumplan condiciones de vuelco, hundimiento, deslizamiento, rotura y canto mínimo. Cada fila deberá ser señalizada, cada área y sector de la planta solar con señalización impermeable al agua y resistente a los rayos UV, en aquellas zonas donde exista material de este tipo. Esta señalización estará de acuerdo con la nomenclatura empleada en los planos "As-Built" de la planta.

4.2.1.10.4 Cableado

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y dimensionarse bajo el criterio de minimización de pérdidas. Donde los cables discurran por zonas de pública concurrencia estos serán libres de halógenos y de comportamiento frente al fuego según:

- No propagación de la llama según EN 60332-1-2, DIN VDE 0482 - No propagación del incendio según EN 50305-9, EN 50266-2-4 - Baja emisión de humos, según EN 50268-2

- Baja toxicidad, según EN 50305, ITC<3

El cableado de BT que discurra al aire deberá ser de calidad "solar", es decir, estar certificado para trabajar al exterior, soportar inclemencias meteorológicas, soportar radiación directa solar, trabajar de forma continua a 120° y contar con un aval de durabilidad por un periodo de, al menos, 20 años. Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y están especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección (clase II)

Cables CC

Deben cumplir las normas y leyes Nacionales e Internacionales y deben resistir esfuerzos mecánicos, la radiación UV y otras inclemencias medioambientales. El cable SOLAR (desde paneles a CN1) cumplirá con:

Será cable de cobre con aislamiento de 1800V de corriente continua.

Conductor de cobre estañado clase 5 según IEC 60228 (DIN VDE0295). Aislamiento HEPR 120°C Cubierta EVA 120°C según DIN VDE 0282 parte1, HD 22.1 Resistencia a la abrasión, según DIN 53516 Dureza (shore), según DIN 53305 Rango de trabajo: -40 °C a +120 °C

Temperatura de cortocircuito 200 °C 30 años a temperatura de servicio de 90 °C

Dimensionado de tal forma que se cumpla en todos los casos que la caída de tensión del subsistema de generación sea siempre inferior al 1,5%. (De generador a inversor)

Resistencia al frío, según EN 60811-1-4

Cables AC

El cableado de AC deberá cumplir toda la normativa vigente, nacional, europea, etc., y deben resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV si no están protegidos con tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental. Cables AC para baja tensión será cable de cobre o aluminio con aislamiento 0,6/1 kV. Cumplirán todas las especificaciones de la norma UNE-21123. Aislamiento de polietileno reticulado, XLPE. Dimensionado de tal forma que se cumpla en todos los casos que la caída de tensión sea siempre inferior al 1,5%. La sección del cableado deberá ser elegida para evitar pérdidas más elevadas, estando sobredimensionada en un 25% según marca la ITC-BT-40 del Reglamento de BT,

Cables AC para media y alta tensión

Será cable de aluminio 26/45 kV dependiendo de la tensión de aislamiento a la que se trabaje. Podrán ser de tipo HPRZ1 o RHZ1. Cumplirán con los requisitos correspondientes a las normas UNE, todos los requisitos del Reglamento de líneas alta tensión según Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, así como los impuestos por la compañía eléctrica. Para el caso de línea aéreas de evacuación se respetarán los mismos condicionantes en cuanto a normativas y reglamentos, así como el RD

Comentado [JCR4]: Quitar de aquí esta frase y ponerla en parte anterior "Cables AC".

Comentado [VGZ5R4]: ok

Comentado [JCR6]: 26/45

Comentado [VGZ7R6]: ok

263/2008 EN El que se establecen las medidas de carácter técnica en línea eléctricas de AT con objeto de proteger la avifauna. Donde sea requerido por compañía eléctrica o normativa autonómica los cables aislados cumplirán con grado de seguridad normal (S) o grado de alta seguridad (AS).

Cables para la transmisión de datos Los cables de transmisión de datos deberán cumplir toda la normativa vigente, tanto nacional como europea, etc., deberán resistir los esfuerzos mecánicos, la radiación UV y las inclemencias medio ambientales. Se utilizará cable FTP categoría 5E o superior. En el caso de comunicaciones por fibra óptica se utilizará fibra óptica multimodo 62,5/125 o monomodo 9/125. Pérdidas por cableados Las pérdidas totales por cableados en la parte de continua y alterna deberán ser inferiores al 1,5% (respecto a la potencia total). Se requerirá todos los cálculos de caídas de tensión realizados previamente a su instalación. Tendido de cables Se deberán cumplir las siguientes normas, entre otras:

4.2.1.10.5 Zanjas y arquetas

Los cables principales de DC y AC en BT deben ser enterrados en zanjas y protegidos con tubo flexible corrugado, de sección adecuada para cumplir el REBT y tener espacio de reserva de al menos el 50%. Se deberán colocar arquetas cada 40m como máximo y en los cambios de dirección. Las zanjas deberán tener, al menos, una anchura de 0,50m y una profundidad mínima de 0,80m. Los tubos irán sobre cama de arena de río de 0,05m y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 0,10m por encima del tubo y envolviéndolos completamente. Se colocará una banda de señalización y protección a 0,10 del nivel definitivo del suelo y a 0,25m del cable. Todo ello deber ser cuidadosamente compactado. Las arquetas serán de polipropileno reforzado o similar, protegidas con una capa alrededor de hormigón de 10 cm en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos. Las tapas serán de polipropileno reforzado y de fundición o de obra en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos. En el interior de las arquetas deberán quedar sellados todos los tubos para evitar el acceso al interior de estos de agua o roedores en el interior de las arquetas. Los cables AT (hasta 45 kV) irán directamente enterrados, siendo la profundidad hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, mayor o igual 0,6 m en acera o tierra y de 0,8m en calzad. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de espesor mínimo 5 cm. Y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad. Por encima del cable se dispondrá otra capa de arena de 10 cm de espesor como mínimo.

Para proteger el cable frente a excavaciones los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 Julios y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de AT. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y

de señalización. Para los cables AT de más de 30 kV deberán cumplir lo indicado en la ITC-LAT06 fijados en el RD 1722/2007.

4.2.1.10.6 Inversores

Los inversores serán preferiblemente de 185 kW de potencia nominal, aunque se caparán para las potencias que se especifican en la Memoria, 175 y 100 kW. No incorporaran transformador de aislamiento galvánico de baja tensión, lo que hará que su rendimiento sea elevado. Tendrán al menos un nivel de protección IP20 En el lugar de ubicación del inversor deberá disponer de los sistemas de ventilación, extracción o aire acondicionado necesarios para que el rango de temperatura sea de entre 0 y 40°C. La eficiencia europea será superior al 97%. Tendrán una Baja distorsión armónica en cuanto a intensidad, THD, del 3% como máximo. Dispondrán de varios sistemas avanzados de seguimiento del punto de máxima potencia, MPPT, independientes. En caso de que no fuera así, deberá ser aprobado por Oficina técnica. Estará provisto de entradas independientes para la mejora del rendimiento de la instalación. Incorporarán protecciones eléctricas en cc y ca integradas independientes para cada etapa. Contará con protecciones del tipo: descargadores de sobretensiones, protecciones contra el fallo de aislamiento, contra funcionamiento en isla, tensión de red fuera de rango, polaridad inversa, sobretemperatura, sobrecargas, sobrecorrientes, cortocircuitos, sobretensión/subtensión, sobrecorriente /subcorriente; sobrefrecuencia/subfrecuencia en ca, y fallo aislamiento en ca. Marcado CE, directiva EMC y baja tensión. Los inversores deberán soportar huecos de tensión según exigencias de la normativa de aplicación. Explicando la solución adoptada para su posterior aprobación.

El fabricante de inversores dispondrá de servicio técnico de forma que pueda asegurar una disponibilidad de 99 % y un tiempo de respuesta inferior a 48 horas.

4.2.1.10.7 Transformadores

Serán transformadores trifásicos para distribución, a ser posible con arrollamientos separados con doble secundario en BT. No obstante, el requisito de doble secundario será consensuado previamente don el fabricante de inversores. Su construcción será de tipo hermético integral sumergido en aceite mineral. Las características eléctricas, el diseño de fabricación y los ensayos se realizan de acuerdo con las normas UNE-EN-IEC-60076 y UNE-21428-1 JUNIO 2006 y sus correspondientes ensayos de rutina.

Características principales:

Aislamiento galvánico y con salida de bornes para P.A.T. de pantalla electrostática.

Potencia nominal: hasta 5.000 kVA y 630 kVA.

Comentado [JCR8]: 185

Comentado [VGZ9R8]: ok

Comentado [JCR10]: 5000

Comentado [VGZ11R10]: ok

Grupo de conexión: Dyn11

Frecuencia: 50 HZ

Regulación en lado AT: $\pm 2,5\% / \pm 5\% / \pm 7,5\%$ (7 posiciones)

Para instalar en interior.

Sensor de temperatura consistente en termómetro esfera con dos contactos con aguja de máxima.

Rendimiento carga 100% ($\cos \phi = 1$) aproximadamente 99%.

Nivel acústico, LWA, menor 68 dB (A).

Temperatura ambiente 40 °C.

Bornas BT: pieza de conexión tipo pala.

Bornas AT tipo enchufables.

Incluirá dos terminales de P.A.T. de la cuba.

Incluirá cáncamos de elevación y ruedas para desplazamiento longitudinal y transversal.

Válvula de vaciado y toma de muestras.

Incluirá placa de características.

4.2.1.10.8 Cajas de conexión, CGBT Y SS.AA.

Los cuadros serán verificados, probados y ensayados según la normativa vigente. Se entregarán con su correspondiente protocolo de ensayos, verificación y pruebas y su correspondiente juego de planos. Se entregará declaración de conformidad y marcado CE, certificado IP y de tensión de aislamiento. Además de esta documentación que se incluirá en cada armario, se enviará por correo electrónico una copia a la oficina técnica del departamento de Solar Fotovoltaica. En el caso de los planos, se enviará una colección en pdf y otra en auto CAD. La colección de planos contemplará un esquema unifilar, desarrollados y de cableado de los distintos elementos, un listado de materiales y una vista donde se describan las dimensiones de las cajas. Tendrán una referencia que será visible en el cuadro y que se reflejará en toda

la documentación entregada. Todas las cajas deberán contar con la aprobación de la oficina técnica solar fotovoltaica en su fase de diseño. Todos los armarios deberán cumplir con los siguientes requisitos:
Construidas en material policarbonato o chapa. Serán auto-extinguibles.

Las cajas de intemperie cumplirán con IP65, las interiores con un mínimo de IP20 Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.

Resistencia a la temperatura: -40° C y 100 horas a + 150 ° C.

Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con un IP68.

El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.

Apertura por medio de puerta abatible con llave.

No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.

Todos los armarios dispondrán de una clema o barra de conexión a tierra.

Las bornas que se empleen en la parte DC serán capaces de soportar una tensión de al menos 1.000Vdc.

Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, módulos, inversores, motores, etc) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.

Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.

CGBT A la salida del transformador en BT se dispondrá de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos y elemento de corte en carga. En el caso de que el inversor no disponga de estas protecciones se diseñará un Cuadro general de Baja Tensión que contenga estos elementos. CAJAS DE SS.AA. Estarán dimensionadas de tal forma que tengan un 20 % de reservas de cada tipo de salida. Se instalará una caja por cada centro de transformación, entrega, caseta, centro de control y seguridad que llevará alimentación de SS.AA. a cualquier elemento que lo necesite. Cumplirá en todo momento el REBT

Centros de transformación y de entrega

Serán centros de transformación y centro de entrega de superficie y cumplirán con toda la reglamentación vigente sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas, así como el Reglamento Electrotécnico para BT. Además, se tendrán en cuenta las normas de la compañía, recomendaciones UNESA, normas UNE, EN y las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados. Los elementos constitutivos del Centro de Transformación, CT serán:

Edificio prefabricado de hormigón.

Celda de Protección de Transformador.

Transformador de MT/BT.

Interconexión celda-trafo.

Interconexión trafo-interruptor BT inversor/BTV.

Instalación de puesta a tierra.

Señalización y material de seguridad.

Esquemas eléctricos.

Planos generales.

Los elementos constitutivos de los Centros de Entrega, CE serán:

Edificio prefabricado de hormigón.

Celda de Protección General.

Celdas de línea de entrada desde los CTs del PSFV.

Celda de línea de salida hasta punto de conexión.

Unidad de Telemando.

Puede existir celda de remonte Instalación de puesta a tierra.

Señalización y material de seguridad.

Esquemas eléctricos.

Planos generales.

Los edificios prefabricados serán del tipo prefabricado construidos con áridos cuyo aglomerante sea el cemento, destinados a alojar centros de transformación/entrega y que cumplirán con toda la normativa vigente. Este tipo de envoltente será de aplicación para una serie de condiciones:

Temperatura mínima: -15 °C Temperatura máxima 50 °C Humedad relativa del 100%

El edificio vendrá perfectamente preparado con preinstalación eléctrica, alumbrado, fuerza y alumbrado de emergencia. Para permitir el paso de los cables de acometida/ salida en BT/MT se habilitarán orificios en la solera del edificio prefabricado que se preverán en suficiente número y sección. Los pasamuros serán prefabricados y permitirán que el paso de cables quede totalmente estanco una vez finalice la instalación. El cuerpo de edificio prefabricado se moldeará preferiblemente en una sola pieza que incluya la solera y los muros de cerramiento. Si se fabricase por módulos estos deben montarse y sellarse en fábrica. El grado de protección de las juntas, puerta y rejillas será de al menos IP23 e IK10. El centro dispondrá de ventilación suficiente y adecuada a todos los elementos que albergue.

La cubierta se construirá de forma que se consiga una perfecta estanqueidad y que evite cualquier tipo de infiltraciones. Estarán diseñadas de tal forma que impida la acumulación de aguas sobre ellas y desagüen directamente al exterior desde su perímetro. Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Herrajes y la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro a tierra salvo redes IT). A la línea de tierra de PaT de Herrajes se deberán conectar los siguientes elementos:

Cuba del transformador/res.

Envoltentes metálicas.

Celda de alta tensión (en dos puntos).

Pantalla del cable de MT, extremos conexión transformador.

Salvo puertas y rejillas en los centros prefabricados.

Para la Línea de tierra de PaT de Herrajes se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Para la Línea de Tierra de PaT de Servicio empleará cable de cobre aislado de 50 mm² de sección, tipo 0,6/1 kV, Cuando con la utilización de un electrodo normalizado, la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto admisible por el ser humano, es preciso recurrir al empleo de medidas adicionales de seguridad, cuyo objetivo es garantizar que la tensión de paso y contacto resultantes sean inferiores a las admisibles. El centro estará equipado con todos los elementos de seguridad: banqueta aislante, placa de instrucciones para primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras, extintor de eficacia 89B y bandeja porta documentos. Se realizarán fosos con lecho de arena, acondicionamiento y acerado perimetral para centros de transformación, centros de entrega y casetas. Se realizará un acerado perimetral para centros de transformación, centros de entrega y casetas así como fosos y acondicionamiento del terreno. La puerta de acceso al transformador estará enclavada mediante cerradura con la celda de protección del transformador. El número de centros de entrega dependerá de los requisitos de la compañía.

Cuadro de medida

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/1400 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida se encontrarán precintados por la empresa distribuidora. El instalador autorizado sólo podrá abrir los precintos con el consentimiento escrito de la compañía distribuidora. En caso de peligro pueden retirarse los precintos sin consentimiento de la compañía eléctrica; siendo en este caso obligatorio informar a la compañía distribuidora de inmediato. La colocación de los contadores y las condiciones de seguridad se realizarán de acuerdo a la ITC-BT-16.

Los puestos de los contadores se deberán señalar de forma indeleble de manera que la asignación a cada cliente quede patente sin lugar a confusión. Además se indicará, para cada cliente, si es un contador de entrada de energía procedente de la compañía distribuidora o un contador de salida de energía de la instalación fotovoltaica.

Los contadores se ajustarán a las características especificadas en las normas UNE 14.439, 21.310 y 21.311y, para la activa, como mínimo a las de clase de precisión 2 regulada por el R.D. 875/84.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo, tal como se especifica en el artículo 48 del Reglamento de Verificaciones Eléctricas.

Los equipos de medida deberán cumplir todo lo establecido en el Reglamento de Puntos de Medida, así como la reglamentación particular de la compañía eléctrica.

El contador que se instale será un contador estático digital multi-función y multi-energía con precisión CI-2 (activa) y CI-2 (reactiva) con medida bidireccional de Activa y Reactiva en los 4 cuadrantes.

Cuadro de distribución

La distribución y protección en baja tensión se dispondrá en bastidor independiente del de medida y en embarrado tripolar de cobre adecuado a la intensidad nominal e intensidad de cortocircuito del punto de conexión. El embarrado principal tendrá, como mínimo, la misma capacidad de carga que el interruptor principal.

Los elementos de protección y maniobra se alojarán en unidades modulares y prefabricadas construidas en chapa electrozincada, protegida y pasivada de 15/10 mm. de espesor mínimo con revestimiento de pintura epoxi y poliéster. Todos los fondos, techos y paredes laterales serán elementos separados, extraíbles y dotados de juntas de estanqueidad, y permitirán ampliación por extensión de sus armaduras.

Donde quiera que haya una unión entre barras, éstas estarán plateadas y atornilladas de acuerdo con normas DIN. Todos los embarrados, cables, terminales y conexiones estarán diseñados para una capacidad de 1,5 veces la del interruptor principal a plena carga.

Los interruptores automáticos serán aparatos de instalación fija y accionamiento automático con cierre y apertura manual, de corte omnipolar y con las siguientes características:

Tensión nominal 440 V.

Tensión de aislamiento 1.000 V.

Normas UNE-CEI

El sistema de protecciones deberá cumplir lo exigido por la reglamentación vigente, así como las normas de la compañía eléctrica distribuidora. El sistema será regulado de tal manera que sea selectivo con el sistema de protección de la compañía eléctrica distribuidora.

Los aparatos de medida analógica se suministrarán en cada caso en la forma, dimensiones y características que se especifiquen. Serán empotrables, de forma cuadrada o rectangular, con suficiente sensibilidad, y provistos de amortiguadores.

Podrán ser de precisión o industriales, de acuerdo con cada aplicación en concreto. Los aparatos de precisión con fuerza antagonista mecánica deberán estar dotados de un dispositivo que permita la corrección del índice "0" en reposo.

Todo el material comprendido en este apartado deberá haber sido sometido a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y mecánica, fusión y cortocircuitos exigidas a esta clase de material en las normas V.D.E. y recomendaciones de la A.E.E.

Los materiales deberán ser productos normales de fabricantes de reconocida solvencia.

Cuando se requieran dos o más unidades de un mismo material, deberán ser producto de un mismo fabricante.

Todos los elementos y piezas necesarias del montaje van incluidos en los correspondientes módulos de racores, regletas, mando, control y embarrado de conexión de aparellaje y disyuntores.

4.2.1.10.9 Casetas prefabricadas

En el caso de que se apruebe la utilización de casetas para contener los inversores están deberán cumplir: La estructura se realizará íntegramente mediante perfiles de chapa galvanizada. La bancada se fabricará con perfiles conformados en frío de chapa galvanizada de 2.5 mm. mínimo y entramado de tubo capaz de soportar la sobrecarga puntual de los equipos. Las columnas y soportes serán fabricados mediante perfiles de chapa de acero galvanizado con bajantes interiores de PVC. Serán fácilmente adosable en obra en caso de que fuese necesario. Se incorporará una puerta de paso. Los cerramientos estarán realizados por paneles de al menos 40 mm. de espesor y estará compuesto chapa de acero prelacada sobre base galvanizada por ambas caras, y aislamiento intermedio térmico y acústico formado a base de resinas de poliuretano auto extingüibles. El comportamiento contra el fuego será material M1-RF90, no inflamable. La estructura de la base está fabricada con perfiles de chapa galvanizada de al menos 2.5 mm., el arriostrado de la base está formado por correas tubulares de, sobre las que se sujetará remachado un tablero fenólico. El acabado del falso techo será realizado a base de chapa prelacada laminada en frío y sustentada a las correas del techo mediante tornillo autorroscante. La altura interior

será de la adecuada para los equipos a alojar. El conjunto total contemplará rejillas y salidas para garantizar la ventilación necesaria. La cubierta será fabricada con perfiles y cerramiento de chapa galvanizada y conducirá el agua a canalones laterales para evitar los problemas de condensación en la chapa del tejado. Llevará un aislamiento de lana de roca.

4.2.1.11 Sistema de monitorización

El sistema de control de la planta solar fotovoltaica estará constituido por una red de PLCs y un sistema de supervisión y mando local (SCADA). El sistema de control será el encargado de adquirir los datos desde los PLCs de campo, visualizarlos y almacenarlos, además, estará comunicado con el SCADA del despacho de producción de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral del parque. Con la información suministrada por la red de PLCs, el sistema local de supervisión y mando SCADA tendrá una visión completa del estado del parque y permitirá un mejor aprovechamiento del mismo, permitiendo detectar averías en tiempo real, tomar medidas correctoras que eviten la inutilización de un equipo y la correspondiente pérdida de producción, así como la adopción de medidas correctoras que eviten la inutilización de un inversor y la correspondiente pérdida de producción. En la instalación existirán varios tipos de PLCs en función de las señales de campo que adquieran, como los siguientes:

Centros de transformación (señales provenientes de los inversores a través de convertidores de protocolos, las medidas de intensidad de las ramas de producción, los trafos, los contadores, las cabinas y generales)

Centro de entrega/seccionamiento (cabinas MT, contadores, SS.AA., seguridad y generales)

Todos los PLCs y el puesto local del SCADA, situado en la propia planta, se conectan a una red local de fibra óptica multimodo.

4.2.1.11.1 Equipos

Equipo industrial tipo panel PC, es decir compacto, que en realidad está formado por un PC industrial y una pantalla táctil de 15". Las características principales del equipo son:

Procesador: 1.7GHz

Disco duro: 20 GB

Unidad de disquete: si

Pantalla táctil: 15" 1024x768 tipo resistivo IP 65

Memoria: Pentium 4 M 1 GB

Puertos: 1 RJ45, 2 USB, 2 PS, 2 COM, 1 paralelo

Sistema operativo: Win XP Pro

4.2.1.11.2 Red de plcs

En la instalación existirán varios tipos de PLCs en función de las señales de campo que adquieran, por lo que se proponen los siguientes:

PLCs de los centros de transformación (señales provenientes del inversor, las medidas de intensidad de las ramas de producción, los trafos, los contadores, las cabinas y generales)

PLCs de los centros de entrega/seccionamiento (cabinas MT, contadores, SS.AA., seguridad y generales)

El conjunto de PLCs se interconectará por medio de una red local de fibra óptica que los enlazará con el puesto de mando y supervisión local, situado en la propia planta. El sistema de control será el encargado de adquirir los datos desde los PLCs de campo, visualizarlos y almacenarlos, además, estará comunicado con el SCADA del despacho de producción de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral del parque.

4.2.1.11.3 Infraestructura de comunicaciones

Para la red general, se utilizará una topología de doble anillo de fibra óptica multimodo, que recorrerá todos los nodos (PLCs y el puesto local del SCADA). En el aspecto físico, se optará por dos cables:

Primero, de 4 fibras que conectará todos dos nodos de manera consecutiva y,

Segundo, también de 4 fibras, que se conectará el primer nodo con el último de esta manera, se cerrará el anillo.

Habrá, por tanto, repartidores de 8 conectores y cada cable tendrá 2 fibras de reserva. Para la conexión del PLC a la red local y para hacer el anillo de fibra se utilizará un switch con cuatro conectores de fibra y al menos otros dos conectores RJ45 para Ethernet a 100 Mbits/seg. Uno de los conectores RJ45 se utiliza para conectar el PLC quedando, el resto, libres para otros equipos si fuera necesario. Se utilizará fibra óptica multimodo 62,5/125 ó 50/125 y conectores SC para instalaciones de exterior, es decir, armada,

antirroedores y antihumedad. Por otro lado, para anillo general, será con el switch con las siguientes características:

2 puertos RJ45 y 2 puertos fibra óptica monomodo Fast Ethernet 10/100

Alimentación redundante y de rango extendido (9.6-60 CC, 18-30 CA)

Instalación en carril DIN

Certificaciones avanzadas: Marítimas (GL) y para subestaciones (IEC 61850 EMC)

Fibra óptica para largas distancias o para total inmunidad electro-magnética.

Redundancia en fibra o en cobre con todas las referencias.

Switches con puertos Gigabit para arquitecturas de redes multiservicio (Control, CCTV, etc..)

Segmentación de redes mediante VLANs

Funciones avanzadas de seguridad y gestión de red

Bornero extraíble

Leds de diagnóstico

Selector para configuración

USB para configuración

Dirección MAC y nombre de la referencia

Conector SC

Se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida SAI que permita mantener operativo el sistema de control y monitorización y sistema de seguridad ante posibles cortes de alimentación durante un mínimo de una hora. Toda la arquitectura del sistema de control y monitorización de la planta deberá ser aprobada por la oficina técnica de solar fotovoltaica.

4.2.1.12 Puesta a tierra de la instalación

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/1400 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión. Las picas a utilizar para la conexión de puesta a tierra cumplirán las siguientes características:

1. irán con la marca troquelada en uno de los extremos de la pica.
2. El diámetro de la pica se medirá sobre la capa de cobre, con una tolerancia de +0,2/-0,1 mm.
3. En la longitud de la pica se admitirá una tolerancia de 5 mm. en más o menos.
4. La operación de roscado se efectuará, después del cobreado, por el procedimiento de laminado en frío, sin arranque de viruta.
5. La rosca no deberá tener ningún punto en el que se haga visible el acero.
6. El alma de la pica estará constituida por acero fino al carbono de dureza Brinell comprendida entre 180 y 220 H. Su contenido en fósforo y azufre no excederá del 0,04%.
7. El revestimiento será de cobre electrolítico del tipo definido en la norma UNE 20 003.
8. El espesor medio de la capa de cobre en cualquier sección de las picas será, como mínimo, de 300 micras (0,3 mm.), y en ningún punto el espesor efectivo será inferior a 270 micras (0,27 mm.).

Se proveerá de arquetas de registro de tipo circular o cuadrado según la figura:

Para la unión a la pica se utilizarán pletinas de cobre y tortillería de latón electro galvanizado

4.2.1.13 Identificación del equipamiento

Cada inversor, módulo, y, donde sea aplicable, cada caja de conexiones estará identificado de forma única con un número de etiqueta que se muestra en el diagrama unifilar eléctrico, el plano de disposición general del equipamiento, o el programa del equipamiento según sea apropiado. Se deben proveer y colocar

etiquetas permanentes en estos ítems del equipamiento por parte del contratista del montaje durante el mismo.

Cada cable será identificado de forma única con el número de cable que figura en los esquemas de cableado. Los cables deben ser identificados con marcadores para cada cable en cada extremo, y donde sea necesario en posiciones intermedias apropiadas por el contratista del montaje durante el mismo.

4.2.1.14 Criterios de selección de material

Por lo general, al seleccionar el material para este proyecto debe de sopesarse de alguna manera tres criterios muy ligados, que son:

1. Técnico y de calidad.
2. Económicos.
3. Estético ó decorativos.

Por orden de importancia, el primero será el de mayor importancia. El material debe de cumplir con todas las exigencias que la normativa vigente obliga y que éste pliego de condicione impone, para lograr el nivel de calidad óptimo de esta instalación. Por tanto, para aplicar con conocimiento de causa este criterio, se deben conocer perfectamente todas las condiciones de trabajo y de funcionamiento del material y exigir al fabricante, las garantías suficientes para conseguir su fiabilidad y conocer la reglamentación que obliga a cada elemento a cumplir unas condiciones mínimas de seguridad y de funcionamiento, con las limitaciones que cada uno tenga.

De toda la información, es preciso destacar lo que son las características técnicas básicas del elemento de que se trate, y sopesar sus valores en relación a las exigencias de la instalación.

El segundo criterio enunciado, el económico, es desgraciadamente uno de los más influyentes en la selección del material, lo que ocurre es que pocas veces es estudiado con poca visión de futuro, olvidando lo que puede ser una adquisición inicial económica, puede que no lo sea tanto al cabo del tiempo (por su poca durabilidad, exceso de mantenimiento y en definitiva vida corta), por ello, a la hora de aplicar éste criterio es muy importante hacer una valoración del mismo, en el que se tengan en cuenta no sólo el factor de importe de adquisición, sino su amortización en el plazo estipulado, los costes de mantenimiento y entretenimiento, los daños ocasionados por las averías que pueda producir, los costos de reposición y sustitución, etc.; lo que hace que predomine más la calidad del producto, que el costo de adquisición. El tercer factor considerado, (estético) no está reñido con los anteriores, pero de ninguna manera deberá prevalecer sobre el primero, ya que por lo general las características innovadoras del material eléctrico (visible) buscan en muchas

ocasiones la justificación de un encarecimiento del mismo, por razones estéticas, olvidando las principales características que son las técnicas y del trabajo de la misma maniobra (interruptores, pulsadores, etc.). No hay por qué olvidar el aspecto decorativo, el cual también tiene su importancia, pero siempre que no vaya en detrimento de las características técnicas del material en este proyecto.

Criterios de Calidad.

La calidad en sentido general para este proyecto, la podemos definir diciendo que es el grado en que un bien o servicio satisface las necesidades del consumidor del mismo.

Aplicando éste, será pues el grado o nivel en que su utilización satisface al usuario, dependiendo lógicamente de que mantenga un funcionamiento correcto y duradero. Esta satisfacción del usuario tiene que ser adecuada en el tiempo (que la instalación no tenga averías frecuentes) midiendo siempre este valor en un funcionamiento a largo plazo (por ejemplo, diez años) y estimado las averías normales en este periodo, y también debe ser adecuada en su extensión (que cumpla con las necesidades y de una forma idónea en toda su amplitud). No cabe duda, de que la calidad de las instalaciones eléctricas se basa en tres puntos principales:

- a) Elección adecuada del material.
- b) Instalación adecuada y correcta de los mismos.
- c) Regulación precisa de sus elementos.

Ni que decir tiene que, para conseguir que estos tres puntos funcionen independientemente y en su conjunto se requiere un control de esa calidad, basado en la fiabilidad exigida al material para conseguir su funcionamiento sin fallo, durante el tiempo previsto y en las condiciones establecidas. Un control de la calidad mínima que se debe exigir al material está por lo general definido en la reglamentación y normativa legal vigente y corresponde al técnico cualificado el control y la exigencia de esta calidad.

Muchas veces el material cumple con estas exigencias de calidad, pero falla el factor humano; el instalador debe tener la formación necesaria para ejercer su profesión y no se olvide que en cuanto a instalaciones eléctricas se refiere, debe ser un instalador autorizado, según el REBT.

Por último, la regulación precisa de todos los elementos de control de la instalación, son fundamentales para conseguir el nivel de calidad exigido en cada caso.

Criterio técnico y características básicas.

Ya se ha dicho anteriormente la importancia de estos criterios sobre todos los demás, para que la instalación puede alcanzar su grado de calidad exigido; por ello, conviene destacar las características básicas de los materiales, sobre todas las demás y que de una manera general podemos resumir en las siguientes:

Conductores eléctricos

Resistencia del material.

Conductividad térmica del material.

Resistencias mecánicas.

Resistencias a la corrosión y al envejecimiento.

Nivel de aislamiento.

Rigidez dieléctrica del aislamiento, etc.

Aparatos de maniobra

Número de polos.

Intensidad nominal.

Poder de la ruptura.

Nivel de aislamiento.

Rigidez dieléctrica del aislamiento, etc.

Aparatos de protección

Número de polos protegidos.

Tensión nominal.

Intensidad nominal.

Poder de ruptura.

Nivel de aislamiento.

Grado de regulación.

Sensibilidad.

Tipo de accionamiento.

Aparatos de señalización y control

Tensión nominal.

Intensidad nominal.

Nivel de aislamiento.

Grado de regulación.

Sensibilidad.

Tipo de accionamiento.

Aparatos de señalización y control

Tensión nominal

Intensidad nominal.

Nivel de aislamiento.

Precisión.

Regulación.

Tipo de medición, etc.

Receptores eléctricos

Potencia eléctrica.

Tensión nominal.

Consumo.

Grado de protección.

Grado de aislamiento.

Características de funcionamiento, etc.

4.2.1.15 Control y pruebas de las instalaciones

Dentro del ámbito del control de la calidad de la instalación eléctrica, entra la realización de las pruebas y controles no sólo del propio material sino de la instalación en sí, ya que se requiere una puesta a punto al finalizar el montaje, e inmediatamente unas pruebas de control antes de la puesta en servicio definitiva. Estos controles los podemos dividir en dos grandes grupos:

a) Control de cumplimiento de la normativa y reglamentación.

b) Control y verificación del funcionamiento.

No es que exista una separación entre ambos controles ya que éstos pueden ser simultáneos y de hecho en muchos casos lo son, pero sí queremos distinguir lo que es una simple inspección de un precepto reglamentario de lo que es una prueba o verificación.

Así al primer grupo, corresponde prever una revisión de toda la normativa legal vigente y extraer de la misma los puntos más significativos a comprobar.

Este cumplimiento se ha debido de ir vigilando en todo el proceso de la instalación, pero no olvidemos que esto no es más que una comprobación de que todos estos puntos están cumplidos.

Los puntos a verificar son los siguientes:

Nivel o grado de electrificación.

Volúmenes de prohibición y protección de cuartos de baño.

Identificación de conductores.

Tipo de instalación en cada local.

Dotación de dispositivos de seguridad.

Características de los mecanismos.

Formas de conexiones eléctricas.

Secciones y aislamiento de conductores.

Disposición de cuadros.

Red de tierras.

Redes equipotenciales.

Diámetro de los tubos.

Tipo de lámparas.

Tipo de material en general, etc.

Sobre el control y verificación del funcionamiento, destacaremos los siguientes:

Verificación de la polaridad.

Comprobación de aislamiento (rigidez dieléctrica).

Comprobación de aislamientos (resistencia).

Comprobación de la resistencia, de la puesta a tierra.

Comprobación de continuidades.

Comprobación del reparto de cargas.

Verificación de caídas de tensión admisibles.

Comprobación del calentamiento de líneas.

Comprobación y medición del factor de potencia.

Comprobación del disparo de las protecciones.

Comprobación de los niveles de iluminación.

La verificación de la polaridad se realiza con un buscapolos, debiendo ir conectados los mecanismos a los hilos activos y los receptores al neutro.

La comprobación de la rigidez dieléctrica de los aislamientos se verifica con un medidor de aislamiento (megóhmetro), manteniendo constante la tensión de prueba durante el tiempo estipulado.

La comprobación de la resistencia de aislamientos se realiza con un megóhmetro, haciendo la medición de aislamiento entre conductores entre sí y con respecto a tierra; el valor obtenido en ningún caso será inferior a 250.000 Ohmios.

La medición de la resistencia de puesta a tierra se verifica comprobando en la arqueta de registro de puesta a tierra.

La comprobación de continuidad se refiere a líneas y conductores de protección. Estas se pueden realizar comprobando el funcionamiento de los receptores con tensión, o mediante un ohmímetro, desconectando previamente la tensión de las líneas.

La comprobación del reparto de cargas se realiza por medio de una medición de la intensidad de consumo de cada fase, en la cabecera de línea, simultaneando el uso de los receptores que

abastecen. Para esta medición se pueden utilizar aparatos registradores o bien amperímetros de pinza.

Se comprobará midiendo la tensión al principio y al final de líneas en consumo, si las caídas de tensión máximas están dentro de los valores admisibles.

La comprobación del calentamiento de líneas se realiza con un termómetro digital con sonda de contacto sobre conductores, cuando las líneas trabajen a plena carga. A veces, por esta comprobación se detectan los contactos flojos o defectuosos, en cajas o bornes de empalme o conexión.

El factor de potencia se comprobará, o bien mediante las lecturas de los contadores de energía activa y reactiva, o bien mediante un fasímetro.

La comprobación del disparo de las protecciones se realizará aumentando las cargas, hasta sobrepasar por la simultaneidad de usos los consumos nominales, o provocando la sobretensión con un generador independiente. El disparo de los diferenciales se comprobará provocando una derivación a tierra del valor de su sensibilidad, al mismo tiempo que se comprobará previamente con su botón de prueba.

La comprobación de los niveles de iluminación se realiza por medio de un luxómetro, procurando hacer las mediciones en los planos de trabajo.

4.2.1.16 Plan de calidad

Se realizará de acuerdo a la legislación aplicable y a las Normas UNE-EN ISO 9001:2008 y UNE-EN ISO 14001:2004.

4.2.1.17 Garantías

Se requerirá las garantías de los siguientes elementos:

Estructura

Garantía de producto/Durabilidad: Mínimo 5 Años, deseable 10 años.

Garantía frente a la corrosión 25 años.

Garantía frente a la corrosión en el caso de tornillos hincados 10 años.

Inversores

Garantía de producto: Mínimo 3 Años, deseable 10 años.

Tiempo respuesta 48h (72h festivos)

No incluye garantía: Desplazamiento, horas de desplazamiento y dietas.

Instalación:

Elementos y mano de obra: 2 años desde arp.

Las garantías del resto de elementos e instalación quedarán reflejadas en el contrato EPC o de subcontratación.

**El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA**

Málaga, Octubre de 2020

DOCUMENTO 5
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y
SALUD

| | |
|--|----|
| 5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD..... | 4 |
| 5.1 INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 5.1.1 Objeto..... | 4 |
| 5.1.2 Datos del proyecto y del Estudio de Seguridad y salud..... | 4 |
| 5.1.3 Datos de la obra..... | 4 |
| 5.2 MEMORIA DESCRIPTIVA..... | 5 |
| 5.2.1 Descripción técnica del proyecto..... | 5 |
| 5.2.2 Emplazamiento..... | 5 |
| 5.2.3 Climatología..... | 5 |
| 5.2.4 Accesos y vallado..... | 5 |
| 5.2.5 Interferencias y servicios afectados..... | 5 |
| 5.2.6 Suministro de energía eléctrica..... | 6 |
| 5.2.7 Suministro de agua potable..... | 6 |
| 5.2.8 Vertido de aguas residuales..... | 6 |
| 5.3 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN..... | 7 |
| 5.3.1 Obra Civil..... | 7 |
| 5.3.2 Trabajos de soldadura..... | 17 |
| 5.4 MAQUINARIA A EMPLEAR..... | 45 |
| 5.4.1 Retroexcavadora..... | 45 |
| 5.4.2 Grúa..... | 47 |
| 5.4.3 Maquinillo..... | 50 |
| 5.4.4 Máquinas herramientas y herramientas manuales..... | 52 |
| 5.5 MEDIOS AUXILIARES..... | 57 |
| 5.5.1 Andamios tubulares..... | 57 |
| 5.5.2 Escaleras..... | 60 |
| 5.6 INSTALACIONES PROVISIONALES..... | 64 |
| 5.6.1 Instalación provisional eléctrica..... | 64 |
| 5.7 MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL..... | 68 |
| 5.7.1 Reconocimientos médicos..... | 68 |
| 5.7.2 Asistencia de accidentados..... | 68 |
| 5.8 PLIEGO DE CONDICIONES..... | 69 |
| 5.8.1 Legislación aplicable..... | 69 |
| 5.8.2 Consideraciones de los equipos de protección colectiva..... | 71 |
| 5.8.3 Consideraciones de los equipos de protección individual..... | 71 |
| 5.8.4 Señalización de la obra..... | 72 |
| 5.8.5 Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos..... | 72 |
| 5.8.6 Formación e información a los trabajadores..... | 73 |
| 5.8.7 Acciones a seguir en caso de accidente laboral..... | 74 |
| 5.8.8 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente..... | 75 |
| 5.8.9 Seguridad de la obra..... | 75 |
| 5.8.10 Estudio de seguridad y salud..... | 76 |
| 5.8.11 Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud..... | 76 |

| | |
|--|----|
| 5.8.12 Coordinador de seguridad y salud | 77 |
| 5.8.13 Libro de incidencias | 78 |
| 5.8.14 Seguro de responsabilidad civil y patronal..... | 79 |
| 5.8.15 Subcontratación | 79 |
| 5.8.16 Presupuesto de Seguridad y salud..... | 80 |

5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.1 INTRODUCCIÓN

5.1.1 Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

5.1.2 Datos del proyecto y del Estudio de Seguridad y salud

Denominación del Proyecto: **PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO "PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ADAR PUERTO DE SANTA MARÍA 49,90 MWp / 45 MWn Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MT". SAN MARTÍN DEL TESORILLO, CÁDIZ.**

La redacción del proyecto corresponde a Abengoa Transmisión e Infraestructuras. La redacción de este Estudio de Seguridad y Salud recae sobre la empresa Abengoa Transmisión e Infraestructuras.

5.1.3 Datos de la obra

La obra tendrá una duración aproximada de 7 meses. Se considera una punta máxima de 40 trabajadores, con una media de 30 trabajadores en obra.

5.2 MEMORIA DESCRIPTIVA

5.2.1 Descripción técnica del proyecto

Los datos del proyecto son los definidos en el apartado 2.1. Descripción de la planta fotovoltaica.

5.2.2 Emplazamiento

Los datos del emplazamiento son los definidos en el apartado 2.1.1. Ubicación del emplazamiento del presente proyecto.

5.2.3 Climatología

El clima de la zona donde se va a ejecutar la obra es seco como se indica en el apartado 2.1.2. Datos geográficos, radiación y temperatura.

5.2.4 Accesos y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

5.2.5 Interferencias y servicios afectados

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos, este último referente a Coordinación de actividades empresariales.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc... y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas

preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

5.2.6 Suministro de energía eléctrica

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.

5.2.7 Suministro de agua potable

Se consultará a la Propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua. En caso de que el suministro no pueda realizarse, se dispondrán de los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

5.2.8 Vertido de aguas residuales

Se conectarán a la red de alcantarillado existente en las inmediaciones de la ubicación de las obras.

Caso de no existir red de alcantarillado, se dispondrá de una fosa séptica provisional, con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

5.3 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

5.3.1 Obra Civil

5.3.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones

Dentro de esta fase de obra, consideraremos las siguientes operaciones a realizar:

- Excavación
- Cimentación: será la correspondiente a una caseta de equipos electrónicos y postes de fijación de líneas eléctricas

5.3.1.1.1 Excavación

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Los riesgos asociados a esta actividad serán:
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas
- Choque contra objetos inmóviles

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorros cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.

- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Los equipos de protección a utilizar serán:
- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.3.1.1.2 Cimentación

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Los riesgos asociados a esta actividad serán:
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición al ruido

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno.
- Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas sólidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el suelo no esté o no resulte peligroso.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, ésta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de las mismas a otro nivel.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.

- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Los equipos de protección a utilizar serán:
- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos.
- Guantes de trabajo.
- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.3.1.2 Trabajos de albañilería

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Proyección de fragmentos o partículas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.

- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Los equipos de protección a utilizar serán:
- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Ropa de trapajo para el mal tiempo

5.3.1.3 Trabajos de pintura

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD










- Los riesgos asociados a esta actividad serán:
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación

- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Exposición a sustancias nocivas
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se tendrá siempre en cuenta que las pinturas pueden llevar compuestos molestos, tóxicos o inflamables.
- Cuando se pinte en el interior de espacios cerrados se dispondrá de una renovación del aire de los mismos, a la frecuencia que se determine con anterioridad al comienzo de los trabajos.
- Cuando se pinte a pistola se usarán gafas panorámicas estancas y antiempañantes
- y respiradores con filtro para gases orgánicos y prefiltro mecánico.
- Se prohibirá pintar y pulverizar en sitios donde pueden aparecer llamas, chispas o zonas muy calientes, sin disminuir previamente la carga de fuego existente en la zona.
- Se prohibirá fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos. Asimismo, será obligatorio lavarse bien con abundante agua y jabón antes de comer y fumar.
- Se prohibirá el uso de aire comprimido para la limpieza de ropas y de la piel.
- Se prohibirá el uso de oxígeno u otro gas para pulverizar líquidos inflamables y especialmente pintura.
- Identificación de sustancias peligrosas
- Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.
- Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: el correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas y las fichas informativas de los productos.
- La etiqueta de una sustancia peligrosa debe contener la siguiente información:
- Nombre de la sustancia y su concentración
- Nombre de quien fabrique, envase, comercialice e importe la sustancia y la dirección
- Pictograma normalizado de indicación de peligro
- Riesgos específicos de la sustancia (Frasas R)
- Consejos de prudencia (Frasas S)

- Los pictogramas que deberán de figurar serán los siguientes:

| C | | | | | |
|---|------------|--|-----------------------|--|---------------------------|
| E  | Explosivo | F  | Fácilmente inflamable | F+  | Extremadamente inflamable |
| O  | Comburente | T  | Tóxico | T+  | Muy tóxico |
| C  | Corrosivo | Xn  | Nocivo | Xi  | Irritante |

- Las fichas informativas de productos constituyen un sistema complementario al etiquetado, muy útil para los usuarios profesionales, que les permite tomar medidas para una correcta prevención del riesgo en el lugar de trabajo. Se trata generalmente de fichas técnicas que en función de su destino recogerán los diferentes aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta.
- La información que deberán contener las fichas es la siguiente:
 - Composición/Información sobre los componentes
 - Identificación de peligros
 - Primeros auxilios
 - Medidas de lucha contra incendios
 - Medidas a tomar en caso de vertido accidental
 - Manipulación y almacenamiento
 - Controles de exposición / Protección personal
 - Propiedades físicas y químicas
 - Estabilidad y reactividad
 - Información toxicológica
 - Informaciones ecológicas
 - Consideraciones sobre la eliminación
 - Información relativa al transporte

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Los equipos de protección a utilizar serán:
- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas panorámicas estancas y antiempañantes
- Equipos filtrantes de partículas
- Guantes contra las agresiones químicas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de protección contra agresiones químicas
- Ropa de trapajo para el mal tiempo

5.3.1.3.1 Acabados

Los trabajos que comprenden esta fase de obra son aquellos relacionados con trabajos de soldados.

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se comprobará el estado de los medios auxiliares empleados en los trabajos al comienzo de cada jornada.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención a la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá limpio y señalizado, lo mismo que el destinado al corte de cristales, cerámica, etc y el lugar de almacenamiento de materiales.
- Las herramientas de corte se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento.
- Las máquinas herramientas siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvógenos
- Gafas contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Guantes contra las agresiones de pinchazos o cortes para los cristaleros
- Guantes de goma contra las agresiones del cemento para los soladores
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trapajo para el mal tiempo
- Bolsa portamaletas para el material

5.3.2 Trabajos de soldadura

5.3.2.1 Identificación unidades constructivas

MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS

- Estructura metálica soporte
- Transformadores de tensión e intensidad
- Interruptores
- Seccionadores
- Bandejas y canalizaciones de cables
- Tubos de embarrado y conexiones

MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES DE CONTROL

- Armarios de control
- Relés y protecciones
- Relés de protecciones
- Equipos de comunicaciones
- Equipos de control integrado
- Remotas de control

CABLEADOS DE INTERCONEXIÓN

- Tendido y conexionado

MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE C.A Y C.C.

- Transformador de potencia
- Cuadros de distribución

MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

- Alumbrado

ENSAYOS Y PRUEBAS FINALES

5.3.2.2 Descripción de trabajos

5.3.2.2.1 Manipulación manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
 - Enmarcando la carga
 - Ligeramente separados
 - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento:
 - Situar el peso cerca del cuerpo.
 - Mantener la espalda plana.

- No doblar la espalda mientras levanta la carga.
- Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
- Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
- Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza
- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
- En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°)
- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.

- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
 - Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
 - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
 - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90° , lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá atender a:
 - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
 - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
 - La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
 - La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).
- El transporte se deberá efectuar:
 - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
 - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
 - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.

- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
- Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
- Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

5.3.2.2 Izado de Cargas

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y

explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

Cuerdas

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavarán las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñaientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60°.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.

- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabos en los anillos de las eslingas.
- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

Cables

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.
- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y descableado general.

- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá de asegurar de que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, lo haremos rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujeta cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.
- Los motivos de retirada de un cable serán:
 - Rotura de un cordón.
 - Reducción anormal y localizada del diámetro.
 - Existencia de nudos.
 - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera, alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.
 - Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
 - Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.

- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello conviene retirar las cadenas:
 - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
 - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
- Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.
- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.
- Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.
- Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación, deberán estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

Ganchos

- Serán de acero o hierro forjado
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, por lo que éste debe prevenirse.
- No deberá tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.

- Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganques accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
 - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
 - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente
 - Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

Argollas y anillos

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.
- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de éste.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará es el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

Grilletes

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estribos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.

- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

Eslingas

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
 - El propio desgaste por el trabajo.
 - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
 - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
 - Los sujetacables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.
- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:
 - Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
 - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descansa en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
 - Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
 - Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
 - Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
 - Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables).
 - Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.
 - Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
 - Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.

- Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante: $F \text{ (en Kg.)} = 8 \times d^2$ (diámetro del cable en mm.).
- Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujetacables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
- Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
- No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
- No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
- Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
- Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.
- Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula: $F \text{ (en Kg.)} = 6 \times d^2$ (diámetro del redondo en mm.)
- En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.
- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir éste hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.

- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas o irreparables.

Trácteles

- Deberán estar perfectamente engrasados.
- Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.
- Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:
 - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
 - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
 - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
- No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
- No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.
- Se deberá utilizar el cable adecuado a la máquina en cuanto al diámetro.
- Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.
- Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.
- Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

Poleas

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia a disminuido.
- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
- Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
- Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.

- Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se prohíbe soldar sobre poleas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

5.3.2.2.3 Transporte de material

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos

MEDIOS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra ambiente pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

5.3.2.2.4 Trabajos de soldadura autógena

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se revisará periódicamente el estado de las mangueras, eliminando las que se encuentren agrietadas exteriormente.
- Las mangueras para conducción del acetileno serán de distinto color que las utilizadas para la conducción del oxígeno.
- Las conexiones de manguera tendrán rosca y fileteado diferentes de modo que sea imposible confundirlas y cambiarlas.
- Se deberá comprobar si las boquillas para la soldadura o el corte se hallan en buenas condiciones.
- Los sopletes deberán tener boquillas apropiadas y en buen estado. Si hay que limpiarlas se usará una aguja de latón para no deformarlas.
- Se ajustarán bien las conexiones, con llave si es necesario, antes de utilizar el gas.
- Antes de utilizar el equipo de soldadura o corte autógenos, habrá que asegurarse de que todas las conexiones de las botellas, reguladores y mangueras están bien hechas.
- Se comprobará si todos los materiales inflamables están alejados o protegerlos de las chispas por medio de pantallas, lonas ignífugas.
- Se colocarán extintores de polvo o anhídrido carbónico en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura o corte.
- En los lugares de paso se deberán proteger las mangueras para evitar su deterioro.
- Antes de abrir las válvulas de las botellas de oxígeno y acetileno, se deberá comprobar que están cerradas las válvulas del manorreductor.
- Colocarse a un lado del regulador cuando se abran las válvulas de las botellas.
- Antes de encender el soplete se deberá dejar salir el aire o gas que puedan tener las mangueras, abriendo para ello el soplete.
- Para encender la boquilla se deberá emplear un encendedor de fricción, no con cerillas que darían lugar a quemaduras en las manos.
- Para encender un soplete, las presiones deberán estar cuidadosamente reguladas:
 - Abrir ligeramente la espita del oxígeno.
 - Abrir mucho la espita del acetileno.
 - Encender la llama, que presentará un ancho excesivo de acetileno.
 - Regularla la llama hasta obtener un dardo correcto.
- Se deberá emplear la presión de gas correcta para el trabajo a efectuar. La utilización de una presión incorrecta puede ser causa de un mal funcionamiento de la boquilla y de un retroceso de la llama o explosiones que puede deteriorar el interior de la manguera.

- Los manómetros deberán encontrarse en buenas condiciones de uso. Si se comprueba rotura, deterioro o que la lectura no ofrece fiabilidad, deberán ser sustituidos de inmediato.
- No se usarán botellas de combustible teniendo la boca de salida más baja que el fondo. Por el contrario, se pondrán verticales con la boca hacia arriba y sujetas con collarines que garanticen su posición, evitando su caída.
- Se utilizarán ropas que protejan contra las chispas y metal fundido. Se llevará el cuello cerrado, bolsillos abotonados, mangas metidas dentro de las manoplas o guantes, cabeza cubierta por medio de pantallas inactínicas, calzado de seguridad, polainas y mandil protector. El ayudante deberá ir también protegido, al menos con careta inactínica.
- Cuando se efectúen trabajos en lugares elevados, el soldador utilizará el cinturón de seguridad a partir de los 2 metros de altura, y además tomará precauciones para que las chispas o metal caliente no caigan sobre personas ni sobre materiales inflamables.
- Se prohíbe introducir las botellas de oxígeno y acetileno en el recipiente que se está soldando.
- Cuando se efectúen trabajos de soldadura o corte en espacios reducidos, hay que procurar tener una buena ventilación.
- Deberá existir una distancia mínima de 1,5 metros entre el punto de soldadura y los materiales combustibles.
- Está prohibido soldar a menos de 6 metros de distancia de líquidos inflamables y sustancias explosivas.
- No se podrá calentar, cortar ni soldar recipientes que hayan contenido sustancias inflamables, explosivas o productos que por reacción con el metal del contenedor o recipiente, genere un compuesto inflamable o explosivo, sin la previa eliminación del residuo.
- En el caso de incendiarse una manguera de acetileno, no se deberá intentar extinguir el fuego doblando y oprimiendo la manguera. Se cerrará la llave de la botella.
- Al terminar el trabajo hay que cerrar primero la válvula del soplete, después de los manorreductores y por último la de las botellas.
- Los sopletes no se golpearán ni se colgarán de los manorreductores, de modo que puedan golpearse con las botellas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Guantes o manoplas para soldadura
- Manguitos para soldadura

- Pantallas para soldadura
- Polainas de soldador
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero

5.3.2.2.5 Trabajos de soldadura eléctrica

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos indirectos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Las masas de cada aparato estarán dotadas de puesta a tierra.
- La superficie de los portaelectrodos a mano y los bornes de conexión para circuitos de alimentación de aparatos de soldadura, deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.
- Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.
- Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.
- La pinza portaelectrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.
- Los cables deteriorados o averiados deberán repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deberán estar perfectamente aislados.
- Los cables de conexión a la red y los de soldadura deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.
- En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.

- Se deberán de colocar extintores en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura eléctrica.
- Las radiaciones producidas en trabajos de soldadura eléctrica afectan no solo a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo expuesta. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla facial, manoplas, polainas y mandil, como mínimo. Para la protección de otros trabajadores próximos se utilizarán cortinas o paramentos ignífugos.
- Los ayudantes de los soldadores también deberán usar gafas o pantallas inactivas.
- Se dispondrán adecuadamente los cables de modo que no representen un riesgo para el personal o puedan sufrir daños mecánicos.
- La zona de trabajo estará convenientemente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección personal necesarios.
- El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura, sin que pueda conectarse a otro equipo o instalación existente, así como tampoco a través del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón armado.
- Tantas veces como se interrumpa por algún tiempo la operación de soldar, se cortará el suministro de energía eléctrica a la máquina. Al terminar el trabajo debe quedar totalmente desconectada y retirada de su sitio.
- Las conexiones con la máquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos y relé diferencial de sensibilidad media (300 mA), con una buena toma de tierra.
- La alimentación eléctrica al grupo de soldadura se realizará a través de un cuadro provisto de interruptor diferencial adecuado al voltaje de suministro, si no se cumplen los requisitos del apartado anterior.
- Los generadores de combustión interna (diésel) deberán pararse cuando no se estén utilizando, así como cuando se requiera repostar combustible.
- Se dispondrá de un extintor de polvo químico junto al grupo diésel.
- Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.
- Antes de realizar cambios de intensidad deberá desconectarse el equipo.
- No introducir jamás el portaelectrodos en agua para enfriarlo, puede causar un accidente eléctrico.
- No se dejará la pinza y su electrodo directamente apoyados en el suelo, sino en un soporte aislante.

Soldadura en interior de recintos cerrados

Para soldar en recintos cerrados habrá que tener siempre presente que:

- Deben eliminarse, por aspiración, gases, vapores y humos.
- Hay que preocuparse de que la ventilación sea buena.
- Nunca se debe ventilar con oxígeno.
- Hay que llevar ropa protectora y difícilmente inflamable.
- No se debe de llevar ropa interior de fibras artificiales fácilmente inflamables.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Pantallas para soldadura
- Manguitos, guantes o manoplas y polainas para soldadura
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura

5.3.2.2.6 Trabajos próximos a elementos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciiones
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.

- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.

- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc.... en todos los conductores, incluido el neutro.
- Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

DISTANCIAS LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO

| U _n | D _{PEL-1} | D _{PEL-2} | D _{PROX-1} | D _{PROX-2} |
|----------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| ≤ 1 | 50 | 50 | 70 | 300 |
| 3 | 62 | 52 | 112 | 300 |
| 6 | 62 | 53 | 112 | 300 |
| 10 | 65 | 55 | 115 | 300 |
| 15 | 66 | 57 | 116 | 300 |
| 20 | 72 | 60 | 122 | 300 |
| 30 | 82 | 66 | 132 | 300 |
| 45 | 98 | 73 | 148 | 300 |
| 66 | 120 | 85 | 170 | 300 |
| 110 | 160 | 100 | 210 | 500 |
| 132 | 180 | 110 | 330 | 500 |
| 220 | 260 | 160 | 410 | 500 |
| 380 | 390 | 250 | 540 | 700 |

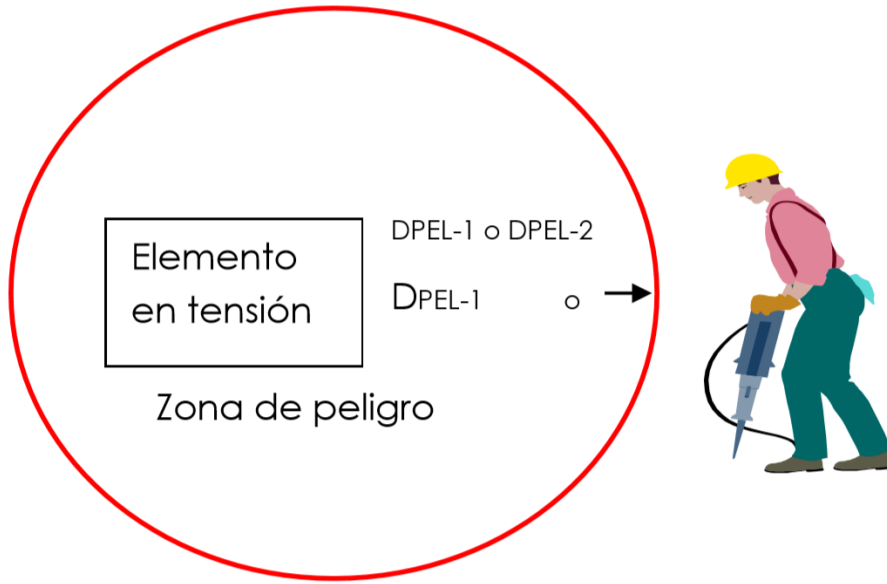
DPEL-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

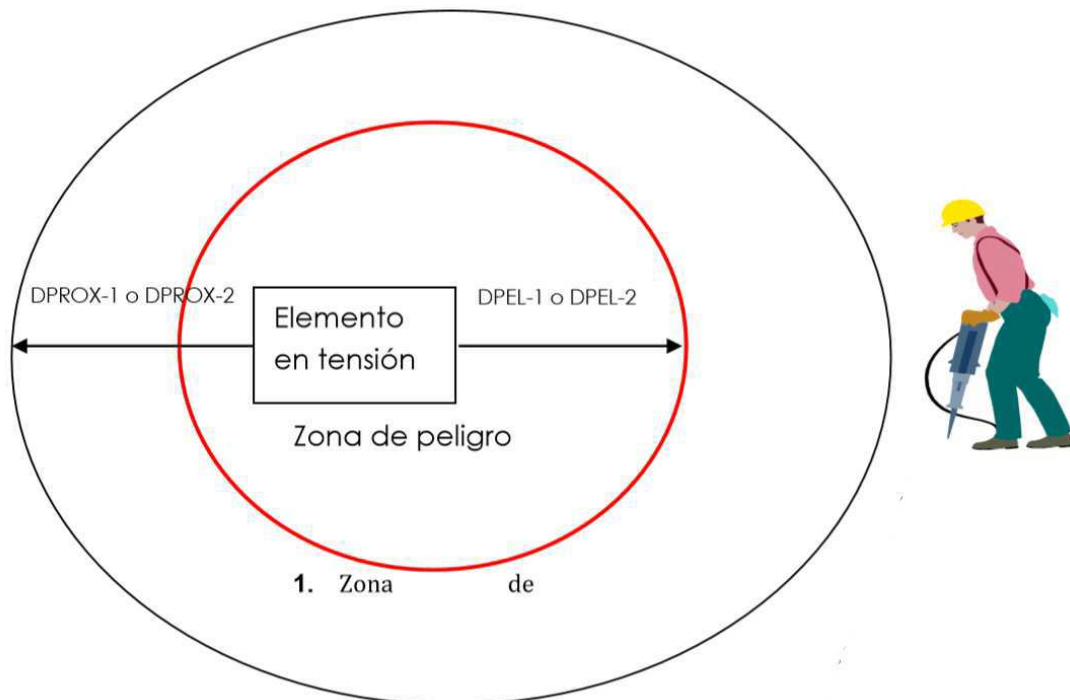
DPROX-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

Nota: Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.



RIESGO ELÉCTRICO

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.



Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes), se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

5.3.2.2.7 Trabajos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.
- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.

- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.
- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

5.3.2.2.8 Trabajos en altura

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes contra objetos o herramienta

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.
- Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
- Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.
- Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearán medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.
- El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.
- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.
- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.
- Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.
- Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:
 - Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm.
 - Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad y línea de vida
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.4 MAQUINARIA A EMPLEAR

5.4.1 Retroexcavadora

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Los riesgos asociados a esta actividad serán:
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
 - La caída o el retorno brusco de la jaula, plataforma, cuchara, cubeta, pala, vagoneta o, en general, receptáculo o vehículo, a causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
 - La caída de las personas y de los materiales fuera de los citados receptáculos y vehículos o por los huecos y aberturas existentes en la caja.
 - La puesta en marcha, fortuita o fuera de ocasión, y las velocidades excesivas que resulten peligrosas.
 - Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán:
 - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 - Estar equipados con extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.
 - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - Utilizarse correctamente.

- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Se hará una comprobación periódica de los elementos de la máquina.
- La máquina sólo será utilizada por personal capacitado.
- No se tratará de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No se trabajará con la máquina en situación de semiavería. Se reparará primero y después se reanudará el trabajo.
- No libere los frenos de la máquina en posición parada si antes no ha instalado los calzos de inmovilización de las ruedas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionan todos los mandos correctamente.
- No olvide ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- No se podrá fumar durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se deberá desplazar a velocidades muy moderadas, especialmente en lugares de mayor riesgo, tales como pendientes, rampas, bordes de excavación, cimentaciones, etc.
- En la maniobra de marcha atrás, el operario conductor extremará las condiciones de seguridad. A su vez, la máquina estará dotada de señalización acústica, al menos, o luminosa y acústica cuando se mueva en este sentido.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios.
- El inicio de las maniobras se señalará y se realizarán con extrema precaución.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.4.2 Grúa

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de palets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del palet para colocar en él el gancho de la grúa
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son los siguientes:
 - **MAQUINISTA:** no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos

suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:

- Comprobar el funcionamiento de los frenos.
- Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
- Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
- Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
- Comprobar los lastres y contrapesos.
- Comprobar la tensión de los cables cuando este arriestrada.
- Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:
- Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
- Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
- Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.
 - **ENGANCHADOR:** es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:
 - Comprobará el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.
 - Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
 - Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
 - En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablones, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.
 - **SEÑALISTA:** cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:
 - Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
 - Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.
 - Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.
 - Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.4.3 Maquinillo

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Golpes por objetos o herramientas

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
 - La caída o el retorno brusco de la carga por causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
 - La caída de las personas y de los materiales fuera de los receptáculos habilitados a tal efecto.
 - La puesta en marcha de manera fortuita o fuera de lugar.
 - Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, así como del cable de suspensión de cargas y de las eslingas a utilizar.
- El anclaje del maquinillo al forjado se realizará siguiendo un método seguro y eficaz que impida la caída o vuelco del aparato durante alguna de las operaciones a las que será sometido.
- Por ejemplo, se podrá realizar mediante abrazaderas metálicas a puntos sólidos del forjado, a través de sus patas laterales y traseras.
- No se permitirá la sustentación del maquinillo por contrapeso, como por ejemplo con bidones llenos de arena u otro material.
- La toma de corriente se realizará mediante una manguera eléctrica antihumedad dotada de conductor expreso para toma de tierra. El suministro se realizará bajo la protección de los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general.
- Diariamente se revisará el buen estado de la puesta a tierra de la carcasa de los maquinillos.

- Los maquinillos deberán estar dotados de
 - Dispositivo limitador del recorrido de la carga en marcha ascendente.
 - Gancho con pestillo de seguridad.
 - Carcasa protectora de la maquinaria con cierre efectivo para el acceso a las partes móviles internas. En todo momento estará instalada al completo.
 - Los lazos de los cables utilizados para izado se formarán con tres bridas y guardacabos. También pueden formarse mediante un casquillo soldado y guardacabos.
 - En todo momento podrá leerse en caracteres grandes la carga máxima autorizada para izar, que coincidirá con la marcada por el fabricante del maquinillo.
 - Todos los maquinillos que incumplan alguna de las condiciones descritas quedarán de inmediato fuera de servicio.
- Se instalará una argolla de seguridad en la que anclar el fiador del cinturón de seguridad del operario encargado del manejo del maquinillo.
- Se prohíbe expresamente anclar los fiadores de los cinturones de seguridad a los maquinillos instalados.
- Se instalará junto a cada maquinillo a montar un rótulo con la siguiente leyenda: "SE PROHIBE ANCLAR EL CINTURÓN DE SEGURIDAD A ESTE MAQUINILLO".
- Se realizará un mantenimiento semanal de los maquinillos.
- Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo, realizar tirones sesgados, dejar cargas suspendidas con la máquina parada o intentar levantar cargas sujetas al suelo o algún otro punto, por ser maniobras peligrosas e inseguras.
- Se acotará la zona de carga en planta en un entorno de dos metros, en prevención de daños por desprendimientos de objetos durante el izado.
- No permanecerá nadie en la zona de seguridad descrita anteriormente durante la maniobra de izado y descenso de las cargas.
- Se instalará junto a la zona de seguridad para carga y descarga mediante maquinillo, una señal de "PELIGRO. CAÍDA DE OBJETOS".
- Se prohíben expresamente las operaciones de mantenimiento sin desconectar antes el maquinillo de la red eléctrica.
- Además de las barandillas con que cuenta la máquina, se instalarán barandillas que serán de material rígido, de una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- La carga estará correctamente colocada sin que pueda dar lugar a basculamientos.

- 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.
- Todos los movimientos 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 señalista

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de seguridad de sujeción
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

5.4.4 Máquinas herramientas y herramientas manuales

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.

- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, sólo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.
- Para las máquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse indefectiblemente:
 - La purga de las condiciones de aire.
 - La verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme.
 - El examen de la situación de los tubos flexibles (que no existan bucles, codos, o dobleces que obstaculicen el paso del aire).
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.
- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No se de usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.
- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aun cuando no trabaje la máquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.
- Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:
 - Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.

- Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.
- Desconectar la máquina.
- Para las máquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.
- Su entorno estará libre de obstáculos.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.
- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.
- La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.
- A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.
- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.
- En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.
- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.
- Si el nivel sonoro es superior a los 80 decibelios, deberán adoptarse las recomendaciones establecidas en el R.D. 1316/1.989, de 27 de octubre, sobre medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.

Radial

- Antes de su puesta en marcha, el operador comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.
- Se seleccionará adecuadamente el estado de desgaste del disco y su idoneidad para el material al que se ha de aplicar.
- Comprobar la velocidad máxima de utilización.
- Cerciorares de que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protección sobre el disco firmemente sujeta.
- El operador se colocará gafas panorámicas ajustadas o pantalla facial transparente, guantes de trabajo, calzado de seguridad y protectores auditivos.
- Durante la realización de los trabajos se procurará que el cable eléctrico descansa alejado de elementos estructurales metálicos y fuera de las zonas de paso del personal.
- Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos o lugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignífuga la trayectoria seguida por los materiales desprendidos.
- Cuando la esmeriladora portátil radial deba emplearse en locales muy conductores no se utilizarán tensiones superiores a 24 voltios.

Sierra circular

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos.
- Se controlará el estado de los dientes, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para prevenir posibles incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

Vibrador

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

Amasadora

- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- Las partes móviles y de transmisión estarán protegidas con carcasas.
- Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor cuando funcione la máquina ni cuando esté parada, salvo que se encuentre desconectada de la alimentación general.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Protecciones auditivas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

5.5 MEDIOS AUXILIARES

5.5.1 Andamios tubulares

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
 - Caídas a distinto nivel
 - Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo
 - Caída de objetos en manipulación
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todo andamio deberá cumplir las siguientes condiciones generales:
 - Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio, asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de firmeza y permanencia.
 - El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los operarios puedan trabajar en él con las debidas condiciones de seguridad.
- Los elementos del andamio que presenten deterioro deberán sustituirse inmediatamente.
- Se desecharán todos los elementos de montaje de andamios que no revistan unas garantías de seguridad mínimas una vez colocados.
- No se utilizarán los andamios para otros fines distintos a los de suministrar una plataforma de trabajo para el personal. En particular no podrán ser destinados a servir como torres de elevación de material o soporte de tuberías o equipos.
- Está rigurosamente prohibido utilizar cajas, bidones, etc. como andamios provisionales
- Los andamios se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes y arriostrados de modo que su estabilidad quede garantizada
- Con el objeto de evitar deformaciones y con el fin de prevenir que la estructura rectangular llegue a alcanzar formas romboidales, se dispondrán los suficientes arriostramientos diagonales que impidan este riesgo.
- Durante las operaciones de montaje y desmontaje del andamio se izarán los tubos con cuerdas anudadas de forma segura y los operarios deberán usar arnés de seguridad anclado a elementos fijos independientes del andamio o a líneas salvavidas.
- Los andamios deberán situarse a distancias tales de líneas o equipos eléctricos, de forma que no puedan producirse contactos con partes en tensión.

- Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones:
 - No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.
 - La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidado será tal que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a los fiadores del cinturón de seguridad.
 - Las barras, módulos tubulares y tabloneros se izarán mediante sogas atadas con nudos de marinero.
 - Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.
 - Los tornillos de las mordazas se apretarán por igual, realizándose una inspección del tramo ejecutado antes de iniciar el siguiente en prevención de los riesgos por la existencia de tornillos flojos o de falta de alguno de ellos.
 - Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bases metálicas o bien mediante las mordazas o pasadores previstos.
- Los pisos o plataformas serán de 0,60 metros de anchura mínima hechos con tabloneros de madera para una resistencia de 160 Kg. en el punto medio entre soportes.
- Es preferible utilizar el piso metálico original del andamio tubular. En caso de ser de madera, los tabloneros estarán escuadrados y libres de nudos.
- Las plataformas, pisos, pasarelas, etc., hechos con tabloneros, se sujetarán con presillas, lazos de alambre, travesaños claveteados, de modo que formen un conjunto único.
- Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas, dispositivos de bloqueo y/o estabilizadores.
- Montado el andamio no se retirará ningún elemento de su composición (tubo, travesaño o tablón, etc.), hasta que no sea desmontado totalmente. Caso de que por necesidad de trabajo deba mantenerse la estructura durante algunos días utilizando alguno de sus elementos para confeccionar otros andamios, se señalará claramente la prohibición de acceso al mismo y se retirará la plataforma de trabajo para impedir su utilización por personal de otros tajos o ajenos a la empresa.
- Las plataformas de trabajo de 2 ó más metros de altura tendrán montada sobre su vertical una barandilla de 90 centímetros de altura y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Se utilizarán las escaleras previstas en el andamio para subir a la plataforma o se dispondrán escaleras exteriores. Los tirantes y otros elementos de arriostamiento no se podrán utilizar para subir o bajar del andamio.

- Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablones.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de bases nivelables sobre tornillos sin fin, con el que garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con ésta hacia la cara exterior.
- Se prohíbe el uso de andamios sobre borriquetas apoyadas sobre plataformas de trabajo de andamios tubulares.
- Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos a los puntos fuertes de seguridad previstos.
- El caminar por los andamios se hará de manera norma, sin saltar sobre las plataformas ni tampoco de una a otra.
- Se protegerá del riesgo de caídas desde altura de los operarios sobre los andamios tubulares tendiendo redes tensas verticales de seguridad que protegerán las cotas de trabajo. En caso de no utilizar estas redes, si los operarios se encuentran trabajando a una altura igual o superior a los 2 metros, deberán ir provistos de cinturones de seguridad con arnés y amarrados a líneas de vida anteriormente fijadas.
- El personal que trabaje en andamios, sillas, colgantes y generalizando, en alturas superiores a los 2 metros, usará cinturón de seguridad, adaptado al riesgo que se pretende minimizar (sujeción, suspensión o anticaídas), anclado a una parte sólida de la estructura del edificio.
- Antes de colocarse el cinturón de seguridad será examinado y rechazado si no ofrece garantía o no es inteligible la etiqueta con la fecha de fabricación.
- En las plataformas de trabajo aisladas o que por necesidad del servicio carezca de la barandilla de seguridad reglamentaria se utilizará el cinturón de seguridad que se sujetará por el mosquetón a puntos sólidos, resistentes y distintos del andamio o plataforma de trabajo.
- Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y otros objetos de un andamio a otro o de una persona a otra. Se entregarán en mano.
- El acceso a los andamios se realizará por escaleras bien fijadas por ambos extremos. Está prohibido utilizar los arriostrados para acceder de una plataforma de trabajo a otra.
- Para acceder a un andamio se tendrán siempre las manos libres.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares si antes no se han cercado con barandillas sólidas.

- Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón colocado a media altura en la parte superior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas situadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se esté trabajando, en prevención de caída de objetos.
- Se prohíbe trabajar en los andamios tubulares bajo regímenes de vientos fuertes en prevención de caídas de los trabajadores.
- Cuando se desplace un andamio nunca se permanecerá sobre el mismo, independientemente de su altura.
- En trabajos nocturnos se iluminarán adecuadamente todas las plataformas de trabajo y accesos a las mismas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de sujeción anticaída
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.5.2 Escaleras

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes/choques con objetos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Generales

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.
- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otras sustancias que pueda producir resbalones.
- El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.
- La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m. sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.
- No se podrán empalmar dos escaleras sencillas.
- En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.
- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.
- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75° con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.

- Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.
- Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.
- Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

Escaleras de madera

- Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.
- Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños estarán ensamblados, no clavados.
- Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

Escaleras de tijera

- Estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura de una cadenilla o cinta de limitación de apertura máxima.
- Nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- En posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.

- No se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a poner los dos pies en los tres últimos peldaños.
- Se utilizarán siempre montadas sobre pavimentos horizontales.

Escaleras metálicas

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie y no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Arnés de seguridad de sujeción
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.6 INSTALACIONES PROVISIONALES

Se considerarán en este apartado los riesgos y medidas preventivas en las instalaciones provisionales de obra.

5.6.1 Instalación provisional eléctrica

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiriese.

A continuación, se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es $< 10^{\circ}$. Además, en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión.

De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Pisadas sobre objetos

- Golpes/Cortes con objetos o herramientas
- Contactos eléctricos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.
- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.
- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 kilogramos, fijando a estos el conductor con abrazaderas.
- Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, como norma general.
- Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablonos. La profundidad mínima de la zanja será de 40 centímetros, y el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera antihumedad.
- Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (con llave), según norma UNE 20.324.
- Pese a ser de tipo intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.

- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de pies derechos estables.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes. Si es necesario que sean móviles deberán ser autoportantes.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe terminantemente utilizarlo para otros usos.
- La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- El punto de conexión de la pica estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o para el personal y nunca junto a escaleras de mano.
- Las mangueras eléctricas, en su camino ascendente a través de la escalera, estarán agrupadas y ancladas a elementos firmes en la vertical.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.

- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas conexiones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,5 metros del piso o suelo; las que se pueden alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección personal a utilizar serán:

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.7 MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL

5.7.1 Reconocimientos médicos

Todos los trabajadores pasarán como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual. El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (por ejemplo trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

5.7.2 Asistencia de accidentados

CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo; "mercurocromo" o "cristalmina"; amoníaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

5.8 PLIEGO DE CONDICIONES

5.8.1 Legislación aplicable

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 54/2003 de Reforma del Marco normativo de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Capítulo VII "Andamios" del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Orden 2988/1998, de 30 de junio, por la que se establecen los requisitos mínimos exigibles para el montaje, uso, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en las obras de construcción. (Norma autonómica de la Comunidad de Madrid).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (R.D. 3275/1982) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 3165/68).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002 de 2 de agosto).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (R.D. 1942/93).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas relativas a la manipulación manual de cargas.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a trabajos con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 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
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Orden del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, de 25 de marzo de 1998, de adaptación y modificación del Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1124/2000, de 6 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Orden 2027/2002, de 24 de mayo, del Consejero de Trabajo, por la que se deroga la Orden 5518/1999, de 6 de septiembre, que establecía el modelo de Aviso Previo preceptivo para las obras de construcción en la Comunidad de Madrid, incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Ley General de la Seguridad Social.

Y todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

5.8.2 Consideraciones de los equipos de protección colectiva

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a los dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

5.8.3 Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán

justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.

- Se recuerda, que en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

5.8.4 Señalización de la obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

5.8.5 Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
 - Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
 - Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
 - Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
 - Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, así como, verificará que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.

- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

5.8.6 Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

5.8.7 Acciones a seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- a la asistencia médica más cercana
- al Jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

5.8.8 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

Accidentes de tipo leve

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).

A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).

A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

5.8.9 Seguridad de la obra

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con un Servicio de Prevención propio o contratado, o trabajador designado, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en base a este Estudio de Seguridad.

La empresa adjudicataria nombrará a un responsable de Seguridad, que podrá coincidir o no con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud.

Dependiendo de la presencia del responsable de Seguridad en las obras y de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Seguridad, será necesario la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, y el cual estará permanentemente en obra.

5.8.10 Estudio de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc..., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

5.8.11 Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.

- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un Estudio de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre., que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

5.8.12 Coordinador de seguridad y salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
 - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
 - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá ésta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

5.8.13 Libro de incidencias

Para cada proyecto de obra existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Dicho libro será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra de construcción.

Deberá mantenerse siempre en la obra, y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, encargado de

seguridad, Comité de seguridad y salud, Inspección de Trabajo y Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas.

Efectuada una anotación en el mismo, el Coordinador de seguridad (o Dirección Facultativa cuando no deba ser designado Coordinador), estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

5.8.14 Seguro de responsabilidad civil y patronal

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños al personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá de concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra. En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

5.8.15 Subcontratación

Sin previa autorización escrita, el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, La Dirección dará su conformidad a la selección del subcontratista.

El contratista será responsable único ante La Dirección de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas.

Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

5.8.16 Presupuesto de Seguridad y salud

| Concepto | Unidades | €/unidad | Total |
|---|----------|--------------|-------------------|
| PROTECCIONES INDIVIDUALES | | | |
| Casco de seguridad | 10 | 3,00 € | 30,00 € |
| Gafas antipolvo y antipolvo | 10 | 6,40 € | 64,00 € |
| Mono de trabajo | 10 | 13,25 € | 132,50 € |
| Cinturón anticaídas | 5 | 32,80 € | 164,00 € |
| Guantes dieléctricos | 5 | 21,20 € | 106,00 € |
| Guantes de uso general | 10 | 2,50 € | 25,00 € |
| Chaleco reflectante | 10 | 6,50 € | 65,00 € |
| Cinturón de seguridad | 10 | 12,20 € | 122,00 € |
| Par botas seguridad lona | 10 | 18,00 € | 180,00 € |
| TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES | | | 888,50 € |
| PROTECCIONES COLECTIVAS | | | |
| Cinta de balizamiento colocada | 4 | 2,10 € | 8,40 € |
| Valla normalizada | 2 | 25,00 € | 50,00 € |
| Metro de cerramiento de obra, en maya metálica de 2 m con cimentación | 0 | - € | 0,00 € |
| Extintor polvo polivalente 6 kg | 1 | 63,77 € | 63,77 € |
| TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS | | | 122,17 € |
| INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR | | | |
| Mes Alquiler caseta aseos | 3 | 160,00 € | 480,00 € |
| Recipiente recogida de basura | 2 | 12,00 € | 24,00 € |
| Material de limpieza | 1 | 237,49 € | 237,49 € |
| Inodoro y lavabo instalado | 1 | 252,79 € | 252,79 € |
| Servicio de abastecimiento periódico de agua potable | 1 | 925,00 € | 925,00 € |
| Servicio de recogida periódica de aguas fecales | 1 | 1.089,00 € | 1.089,00 € |
| Suministro eléctrico casetas de servicios | 1 | 860,00 € | 860,00 € |
| TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS | | | 3.868,28 € |
| SERVICIOS DE PREVENCIÓN | | | |
| Botiquín | 1 | 26,34 € | 26,34 € |
| Reconocimiento médico anual obligatorio para el personal | 10 | 25,00 € | 250,00 € |
| Formación de Seguridad y Salud | 10 | 60,00 € | 600,00 € |
| TOTAL SERVICIOS DE PREVENCIÓN | | | 876,34 € |
| | | TOTAL | 5.755,29 € |

Asciende el presente proyecto de SEGURIDAD Y SALUD para el PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO "PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ADAR PUERTO DE SANTA MARÍA 49,90 MWp", a CINCO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON VEINTINUEVE CENTIMOS.

El Ingeniero Técnico Industrial,
 Juan Carlos Cortés Rengel,
 Colegiado COPITIMA

Málaga, Octubre de 2020

DOCUMENTO 7

GESTIÓN DE RESIDUOS

| | |
|---|---|
| 7 ANEXO Nº5. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS..... | 3 |
| 7.1 Residuos..... | 3 |
| 7.2 Gestión de residuos..... | 3 |
| 7.3 Medidas correctoras de impactos provocados por la generación de residuos..... | 5 |

7 ANEXO N°5. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS.

7.1 Residuos.

Los residuos que se pueden generar como resultado del funcionamiento de la planta fotovoltaica son:

- Residuos asimilables a urbanos.
- Placas fotovoltaicas no conformes.
- Tubos fluorescentes.
- Residuos de equipos eléctricos y electrónicos.

Los residuos asimilables a urbanos generados serán evacuados por las vías ordinarias de recogida y tratamiento de residuos urbanos. Las instalaciones tendrán contenedores para la recogida y clasificación de residuos asimilables a urbanos y se habilitará una zona de almacenaje de residuos no peligrosos.

Las placas fotovoltaicas dañadas o que no se encuentren en condiciones de funcionar normalmente serán entregadas al proveedor de las mismas.

En esta planta no se producirán aceites usados, ya que el mantenimiento de la maquinaria se realizará en talleres autorizados.

Los residuos peligrosos que puedan generarse deberán envasarse, etiquetarse y almacenarse conforme a lo establecido en la legislación en recipientes adecuados para su evacuación y tratamiento por gestor autorizado. Se habilitará una zona de almacenaje de residuos peligrosos. Esta zona se encontrará asfaltada.

7.2 Gestión de residuos.

Según la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, residuo es "cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar". En todo caso, tienen esta consideración todos aquellos residuos que han de considerarse como residuos peligrosos y no peligrosos de conformidad con la lista establecida en la Decisión 2000/532/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000.

A la hora de valorar en qué etapas del proyecto se producirán RS, hemos observado cómo la mayoría de ellos se generarán en la fase de construcción. El listado de estas acciones es el siguiente:

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Apertura y/o mejora de accesos
- Construcción de los edificios de gestión y almacenamiento
- Movimiento de maquinaria
- Acopio de materiales
- Cimentación e instalación de las placas solares
- Instalaciones del tendido eléctrico

FASE DE EXPLOTACIÓN

- Proceso de funcionamiento global
- Presencia de personal
- Mantenimiento de equipos
- Control de las condiciones de operación

En la fase de construcción se generará gran cantidad de residuos, y por ello se considera que causan un impacto negativo sobre el medio. Este tipo de residuo se conoce como residuo de construcción y demolición (RCD) y, con arreglo a la legislación española, corresponde la competencia de su gestión a las Comunidades Autónomas.

Los RCDs generados durante la ejecución del proyecto procederán en su mayor parte de rechazos, y estarán compuestos principalmente por resto de cemento, maderas (palés), envoltorios, etc.

Para la correcta gestión de este tipo de residuos se recomienda lo siguiente:

- Se establecerá una serie de cuadrillas de limpieza que contarán con los medios adecuados. Esta cuadrilla, diariamente, realizará labores de preclasificación y recolección, en los distintos frentes de trabajo de la obra.

Para ello se seleccionarán en obra (siempre que sea posible) los siguientes residuos: metales, maderas, plásticos, vidrios, materia orgánica, papel y cartón, para posteriormente depositarlos en su contenedor correspondiente.

La posible generación de chatarra férrea o maderas será gestionada de forma adecuada mediante gestor autorizado. Igualmente, en el caso de generarse neumáticos usados, éstos habrán de

gestionarse de acuerdo a lo dispuesto en el Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.

- Posteriormente se trasladarán a una zona de almacenaje. En ella se localizarán una serie de contenedores adecuados y perfectamente identificados para la recolección por separado de cada tipo de residuo, facilitando así su segregación selectiva.
- Por último, los RCDs se valorizarán con su envío a un punto limpio autorizado.

De igual forma, se dispondrá de un área ambientalmente apta para la ubicación de los acopios donde se conserven correctamente las tierras vegetales excedentarias procedentes de los movimientos de tierras, para su posterior reutilización.

Se debe valorar la posibilidad de aprovechamiento en las obras de todos los residuos inertes generados a fin de su reducción al mínimo, sirviendo, como ejemplo, las tierras procedentes de la excavación para su uso en posibles rellenos o en la creación de explanadas de trabajo; no debiendo mezclarse con otro tipo de residuos, ni suponer una eliminación en cubierto de estos últimos.

El seguimiento de la producción y gestión de todos estos residuos se habrá de plasmar en un formulario: "Ficha de seguimiento de residuos", que se entregará al Promotor con una frecuencia mínima mensual

Este impacto es recuperable, cierto, directo, reversible y de carácter simple.

Su extensión es puntual, excepto en la apertura y/o mejora de accesos, que es areal.

En la fase de construcción se considera temporal y de aparición a corto plazo, y en la de explotación permanente y aparición a medio plazo.

7.3 Medidas correctoras de impactos provocados por la generación de residuos.

La gestión de los residuos urbanos y asimilables a urbanos generados durante la construcción y funcionamiento de la planta llevará aparejada una serie de medidas preventivas y correctoras que serán las siguientes:

Se realizará una limpieza general que elimine todos los residuos u otros materiales procedentes de las obras.

En el caso de producirse un derrame de aceites sobre el suelo, se seguirán los protocolos recogidos para este tipo de accidentes.

Se valorará la posibilidad de aprovechamiento en las obras de todos los residuos inertes sirviendo, como ejemplo, las tierras procedentes de la excavación para su uso en posibles rellenos o en la creación de explanadas de trabajo. Si no es el caso, se valorizarán con su envío a un gestor de residuos inertes y, como última opción, se enviarán a vertedero autorizado.

El seguimiento de la producción y gestión de todos estos residuos se plasmará en un formulario: "Ficha de seguimiento de residuos", que se entregará al Promotor con una frecuencia mínima mensual.

Será obligatoria la recogida selectiva de los residuos industriales no peligrosos, por lo que se deberá disponer de los correspondientes contenedores para el almacenamiento separado de cada tipo de residuo. Una vez seleccionados, deberán ser gestionados a través de un gestor autorizado por la Comunidad Autónoma, prohibiéndose totalmente el vertido de este tipo de residuos en la zona.

No podrá quemarse residuo alguno en el emplazamiento, remarcándose aún más este aspecto en aquellos materiales cuya combustión genere partículas contaminantes (aceites usados, plásticos, etc.)

Será responsabilidad del promotor exigir a la empresa contratada que cumpla con todas las prescripciones legales existentes en cuanto a gestión de sus aceites usados, o cualquier otro residuo peligroso que pueda generarse durante el desarrollo de su actividad.

La posible generación de chatarra férrea o maderas será gestionada de forma adecuada mediante gestor autorizado. Igualmente, en el caso de generarse neumáticos usados, éstos habrán de gestionarse de acuerdo a lo dispuesto en el Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.

**El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA**

Málaga, Octubre de 2020

DOCUMENTO 8

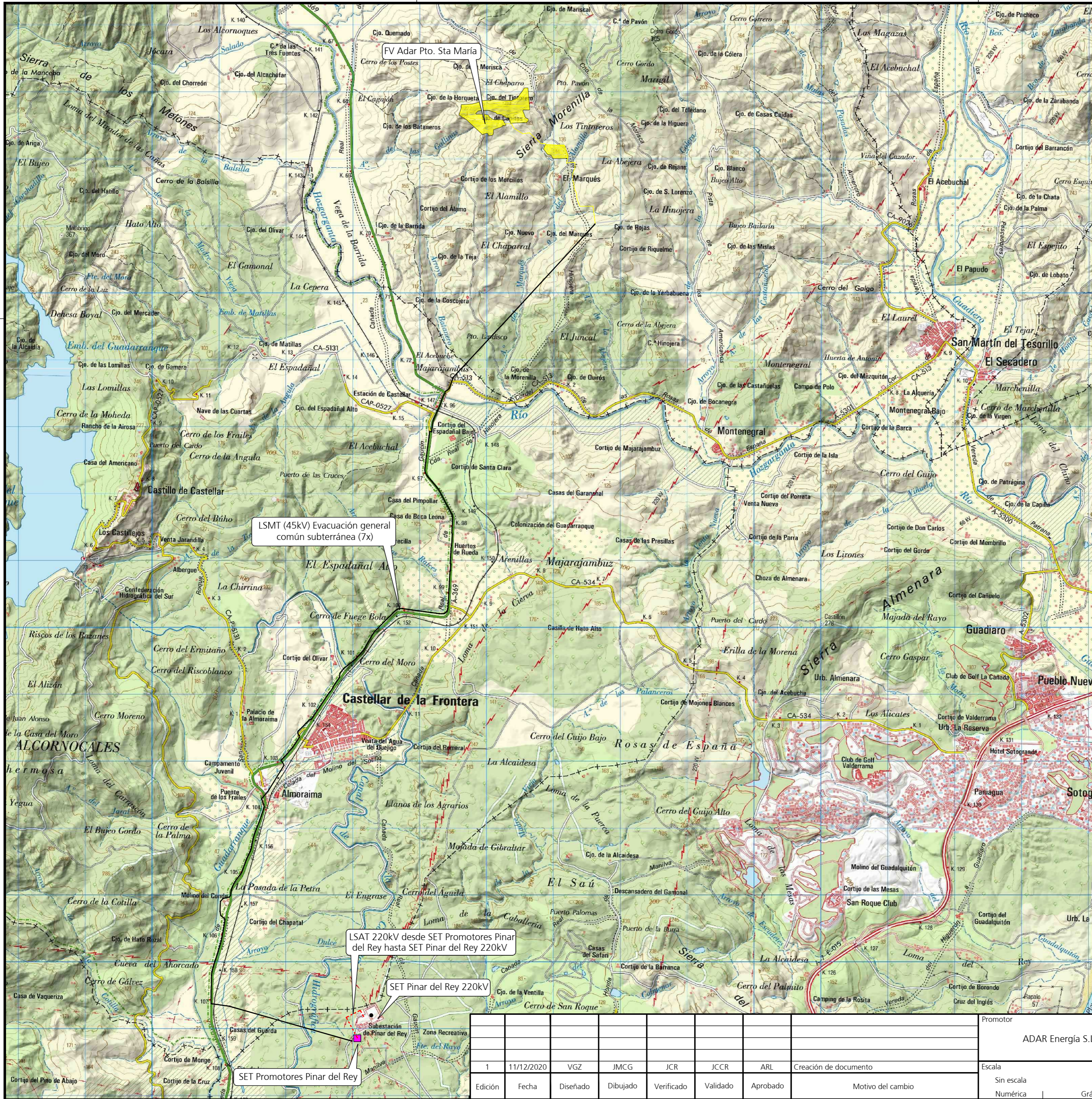
PLANOS

8 PLANOS 3

8 PLANOS

A continuación, se muestra un listado de planos que acompañan al presente proyecto:

| Listado de planos | |
|-----------------------------|--|
| Código | Título |
| INA-01-013237-DWG-603.00.01 | Plano de situación |
| INA-01-013237-DWG-603.01.01 | Plano de implantación |
| INA-01-013237-DWG-603.03.01 | Detalle Zanjas tipo y cruzamientos |
| INA-01-013237-DWG-603.04.01 | Esquema Unifilar de BT |
| INA-01-013237-DWG-603.04.02 | Esquema Unifilar de MT |
| INA-01-013237-DWG-603.07.01 | Detalle CT |
| INA-01-013237-DWG-603.08.01 | Vallado perimetral y detalle |
| INA-01-013237-DWG-603.23.01 | Evacuación MT, detalle de zanjas y circuitos |



Legenda:

- FV ADAR Pto. Sta. María.
- SET Promotores Pinar del Rey
- LSMT (45kV) desde la FV ADAR Pto. Sta. María. hacia la SET Promotores Pinar del Rey.
- LSMT (45kV) Evacuación general común subterránea (7x) hacia SET Promotores Pinar del Rey.
- L.S.A.T 220kV

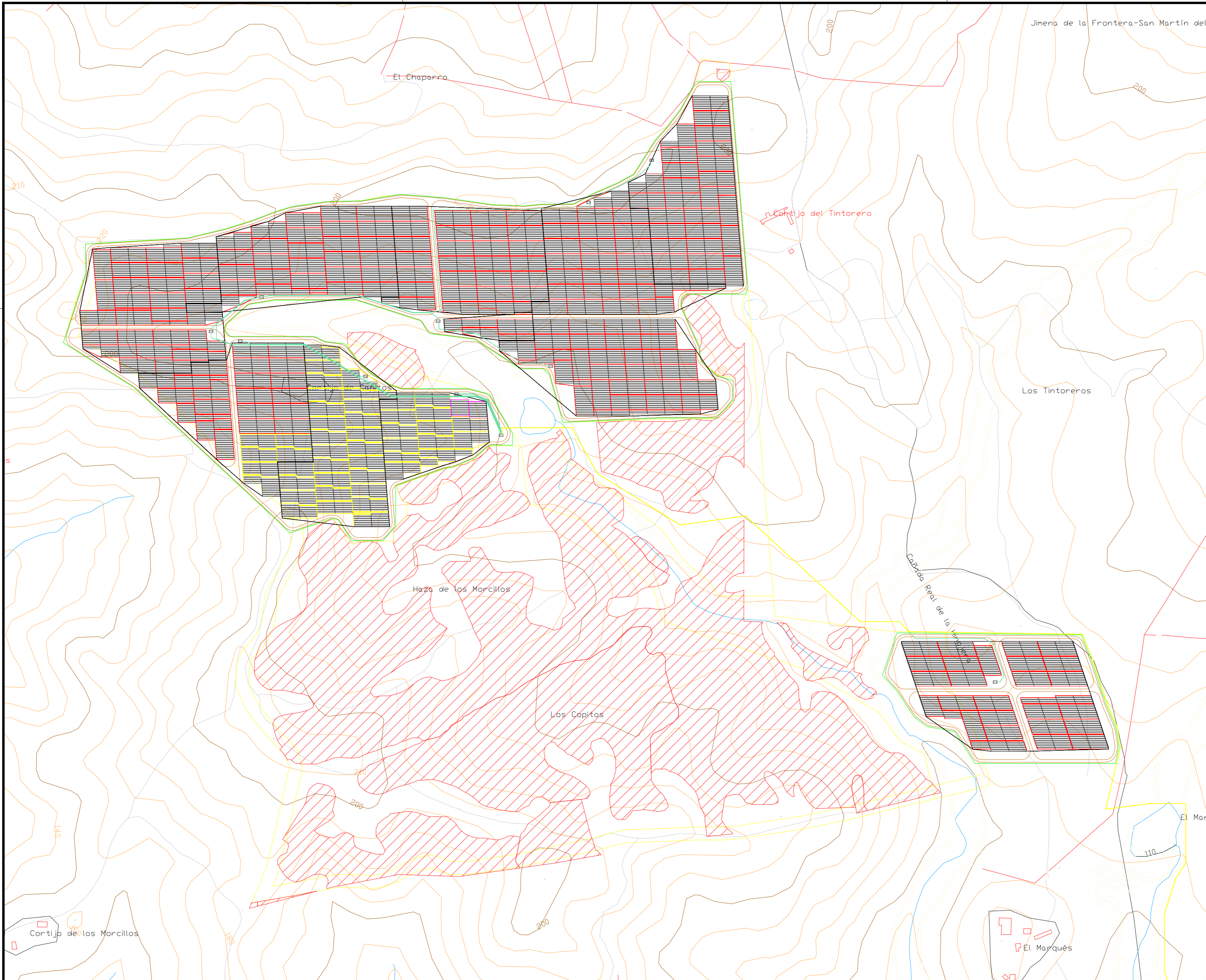
| | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------|
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación de documento |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio |

| | |
|----------|-------------------|
| Promotor | ADAR Energía S.L. |
| Escala | Sin escala |
| | Numérica Gráfica |

| | |
|----------|--|
| Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo planta fotovoltaica Adar Pto. Sta. María |
| Título | Plano de situación |

ABENGOA
Transmisión e infraestructuras

Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 1 de 1
Nº Plano: INA-01-01237-DWG-603.00.01



| LEYENDA | |
|---------------------|---|
| TOPONIMIA | |
| | Caminos |
| | Hidrografía |
| | Zonas no viables |
| PLANTA FOTOVOLTAICA | |
| | Inversores totales (5.15 pitch): 258 Uds Mod. Fotv. JKM585M-7TL4-V |
| | Centro de transformación |
| | Vallado perimetral |
| | Caminos interiores |
| | Servidumbres |

| | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------------------|--|
| | | | | | | | | |
| 1 | 11/12/2020 | VGR | APR | JCR | JCCR | ARL | Diseño preliminar estructura fija | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | |

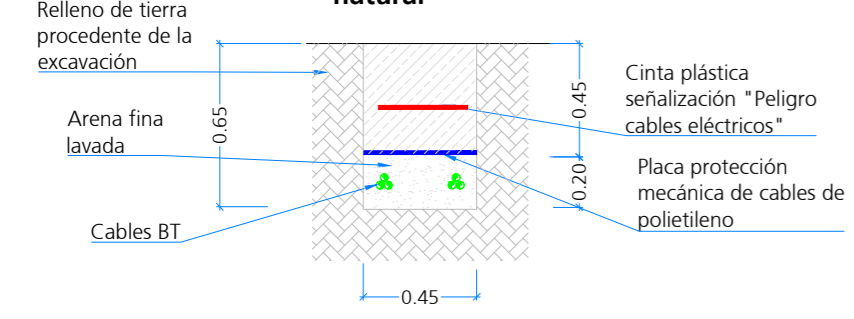
| | |
|----------|-------------------|
| Promotor | ADAR Energía S.L. |
| Escala | 1/4000 |
| | 0 40 80m |
| | Gráfica |

| | |
|----------|---|
| Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Adar Pto. Sta. María |
| Título | Plano de Implantación |

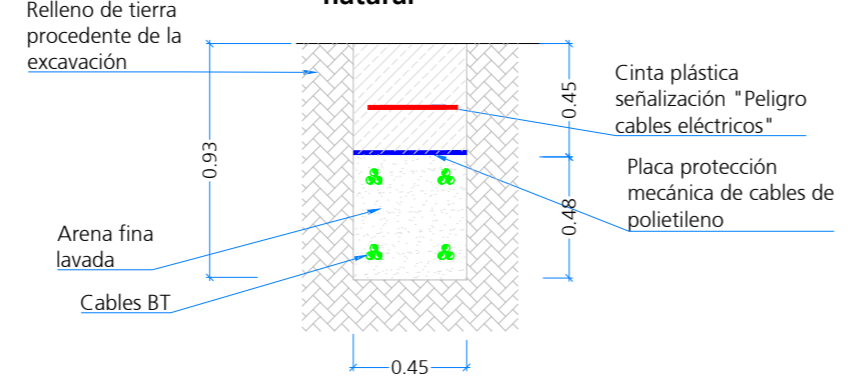
ABENGOA
Transmisión e infraestructuras

Tamaño: A2 | Revisión: R03 | Hojas: 1 de 1
Nº Plano: INA-01-013237-DWG-603.01.01

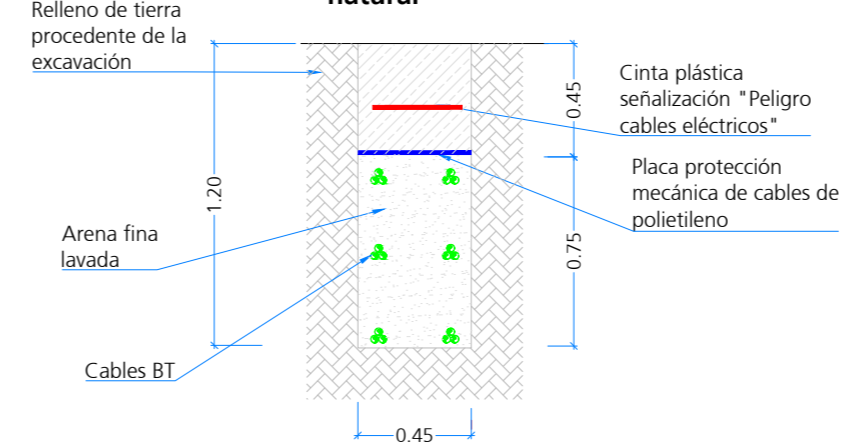
Zanja tipo 2C de BT
Zanja en terreno natural



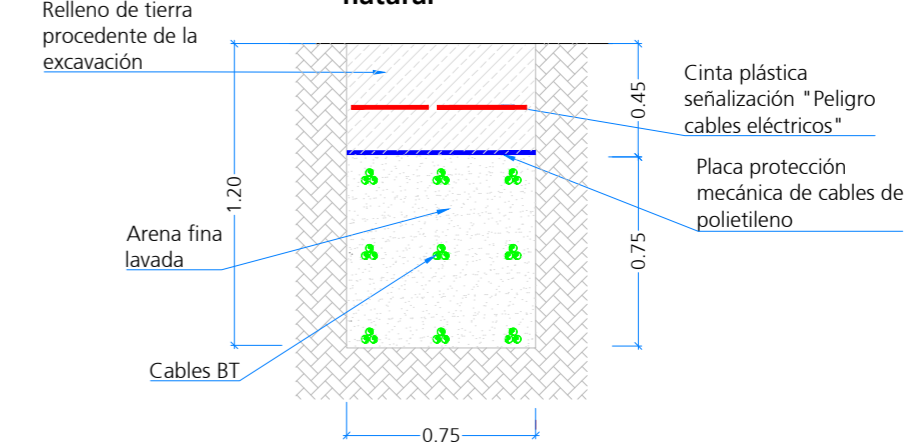
Zanja tipo 4C de BT
Zanja en terreno natural



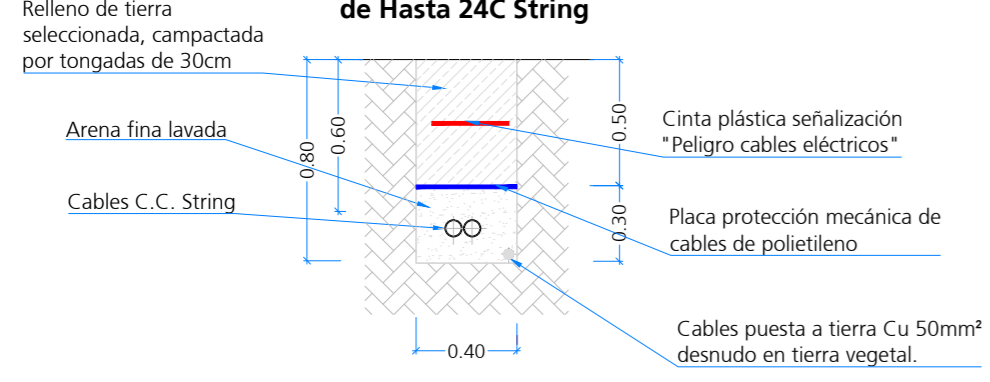
Zanja tipo 6C de BT
Zanja en terreno natural



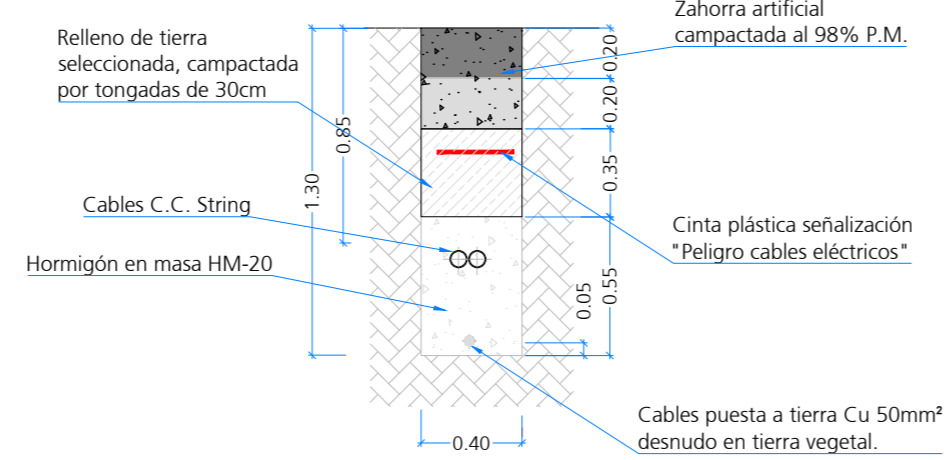
Zanja tipo 9C de BT
Zanja en terreno natural



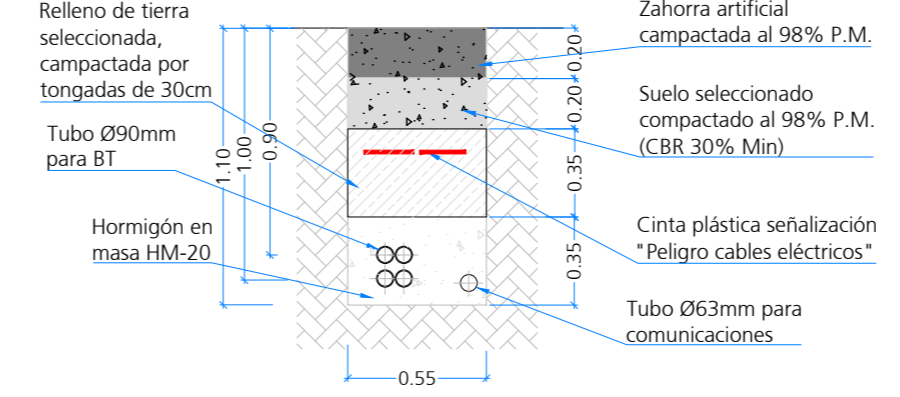
Zanja tipo 5
Zanja en terreno natural de Hasta 24C String



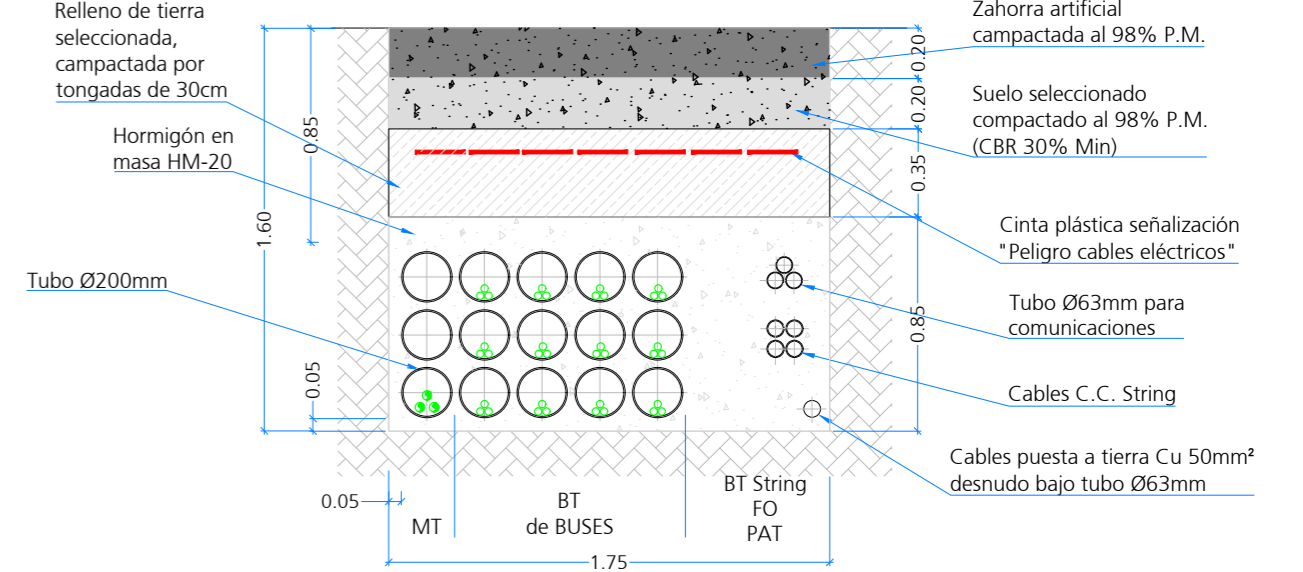
Zanja tipo 6
Zanja para cruce de caminos de hasta 24C String



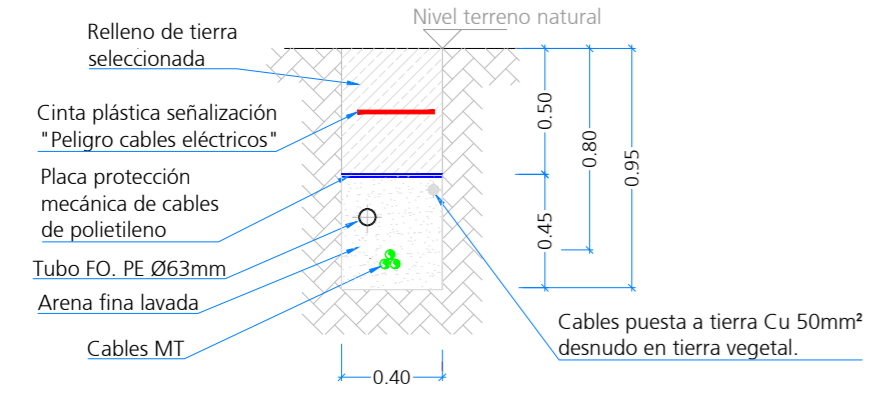
Zanja tipo 7
Zanja perimetral en cruce de caminos



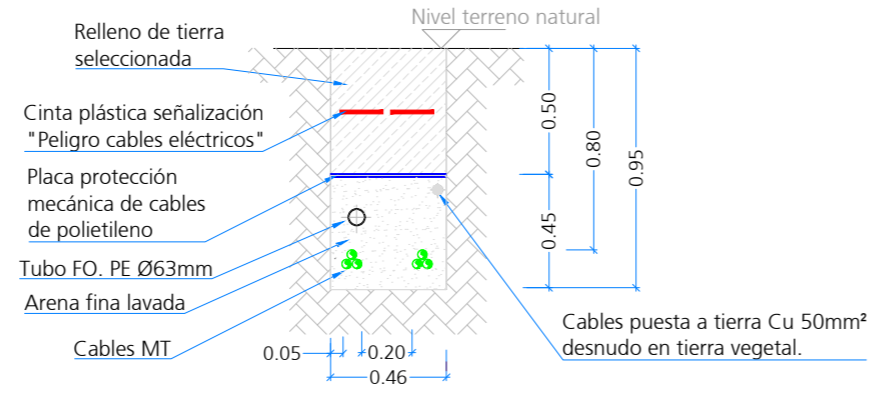
Zanja tipo 8
Zanja para cruce de caminos de 1C MT, hasta 36C de BT y hasta 24C String



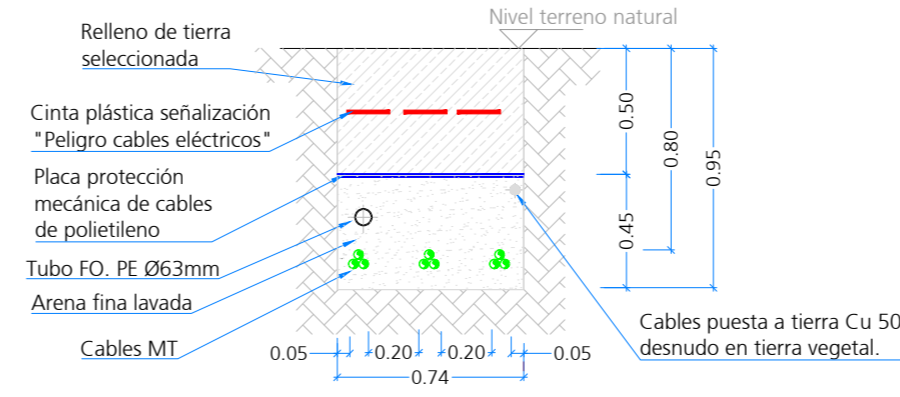
Zanja tipo 9
Zanja 1 CTO. MT



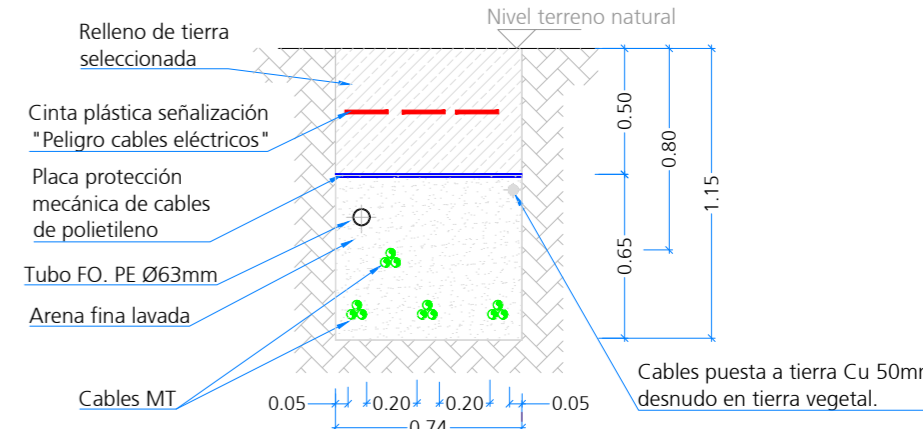
Zanja tipo 10
Zanja 2 CTOs. MT



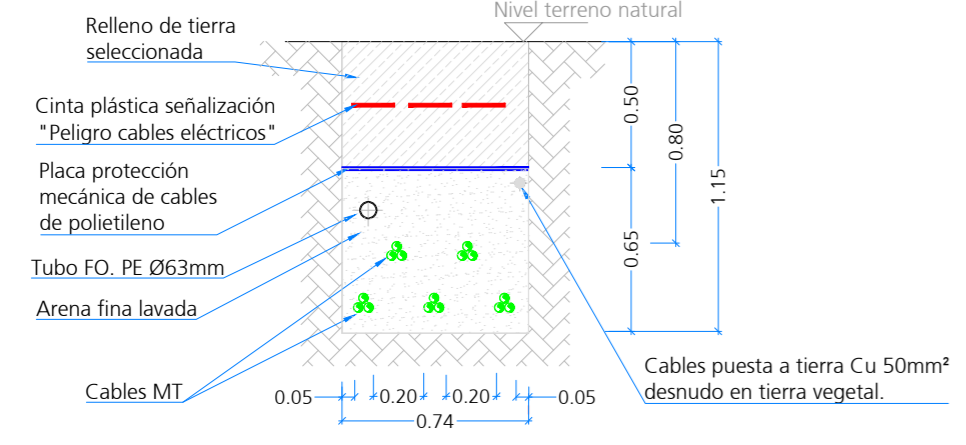
Zanja tipo 11
Zanja 3 CTOs. MT



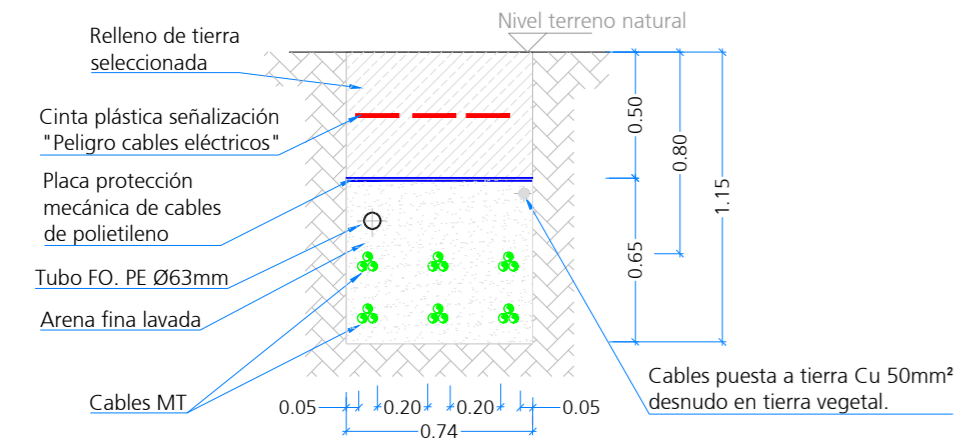
Zanja tipo 12
Zanja 4 CTOs. MT



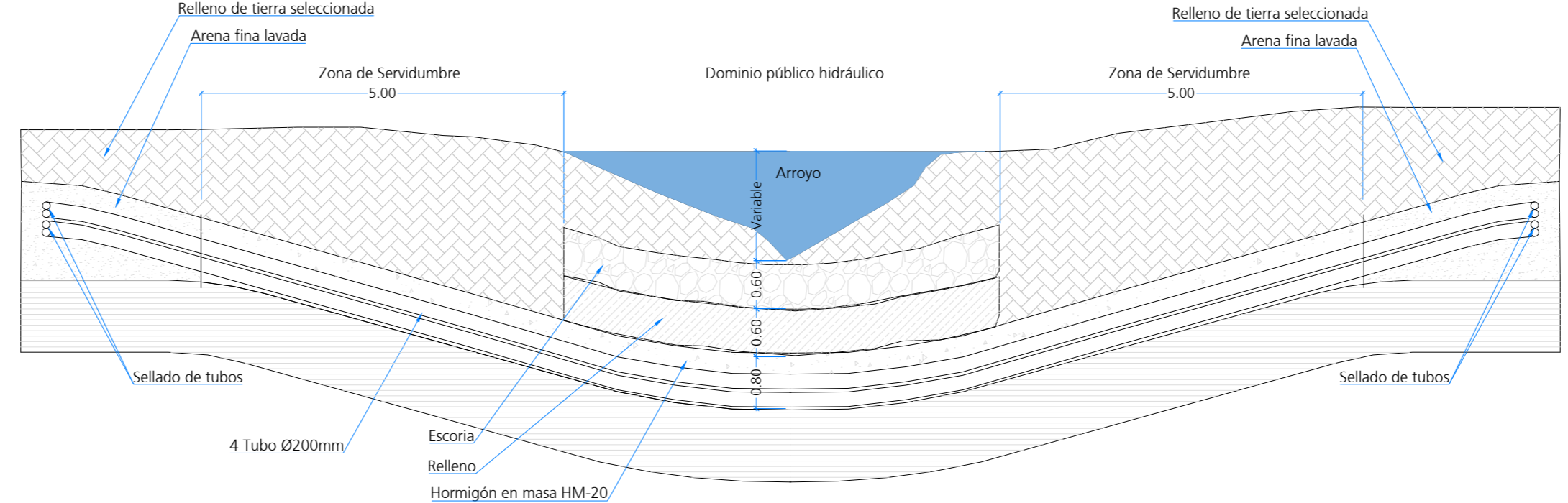
Zanja tipo 13
Zanja 5 CTOs. MT



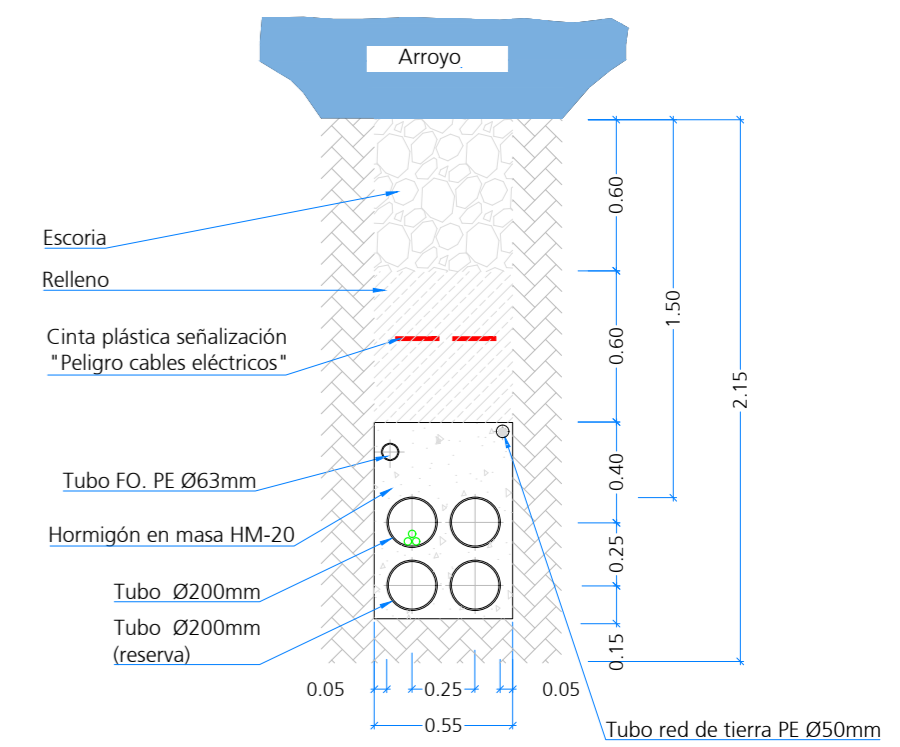
Zanja tipo 14
Zanja 6 CTOs. MT



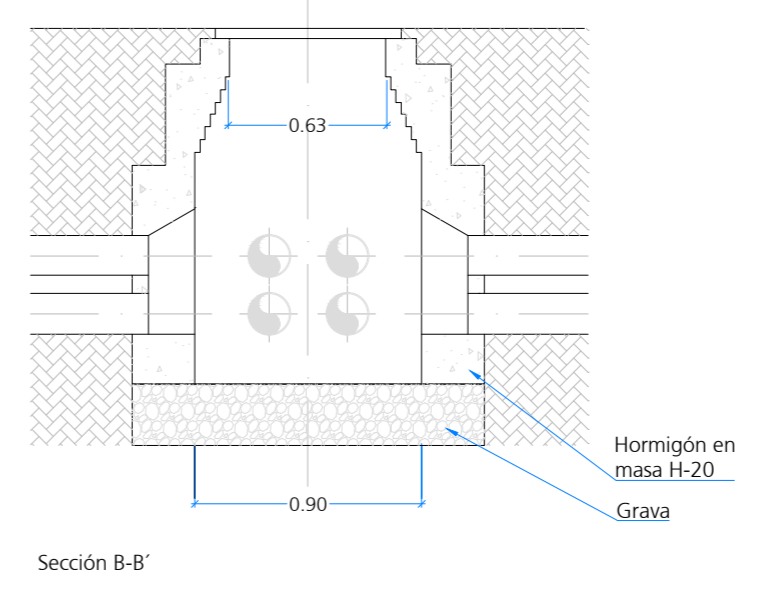
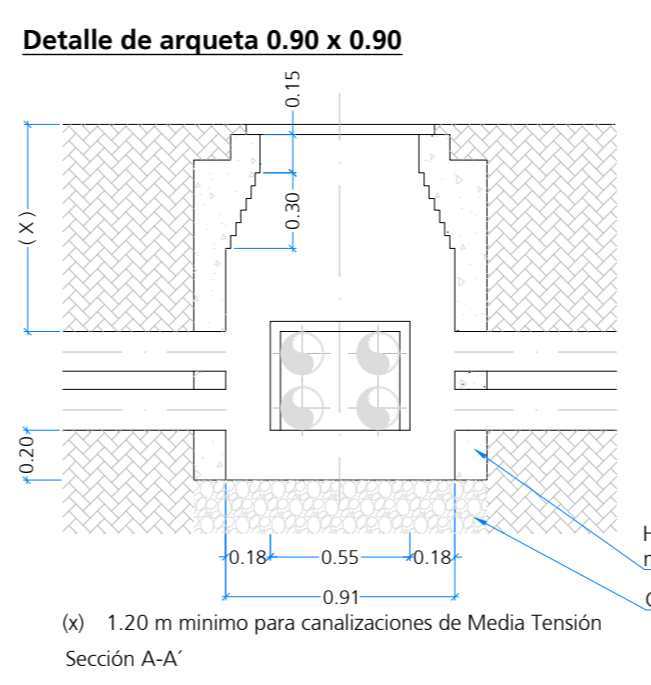
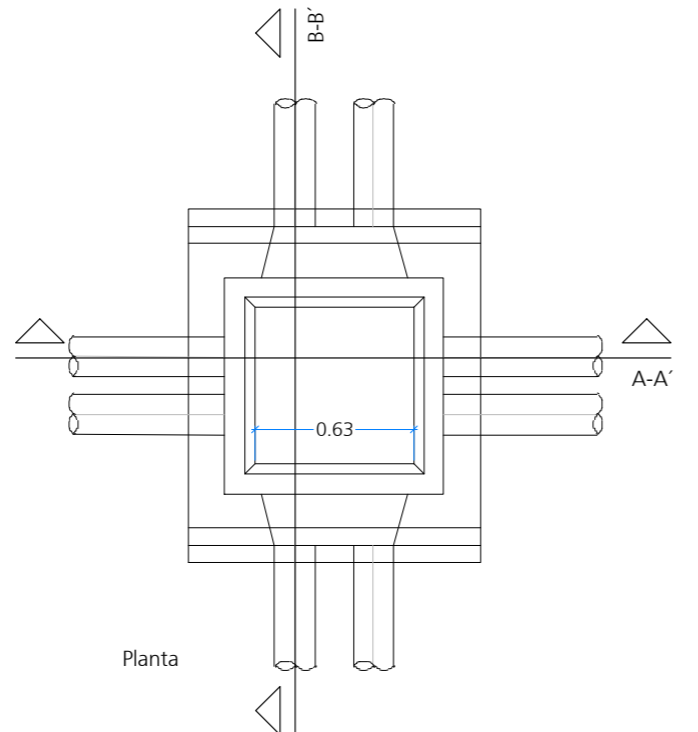
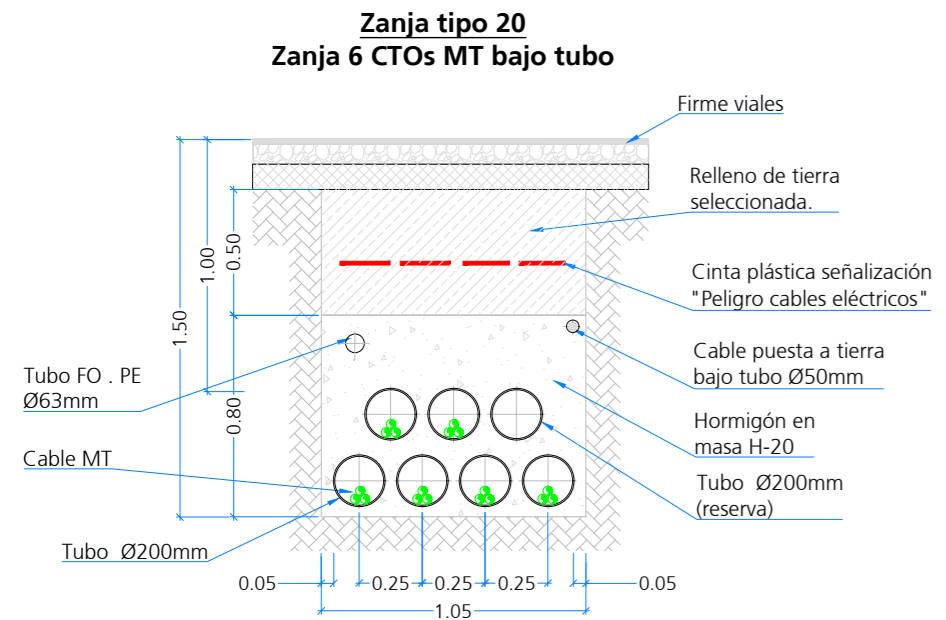
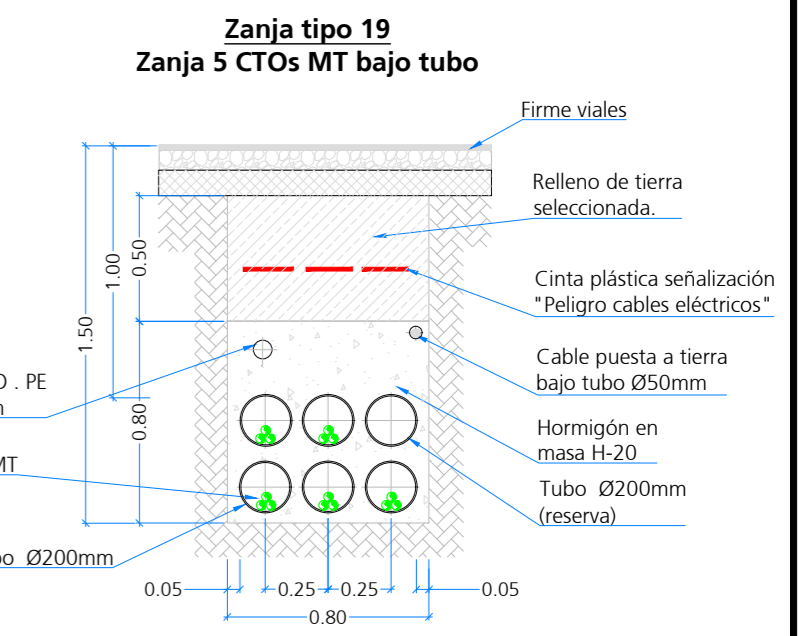
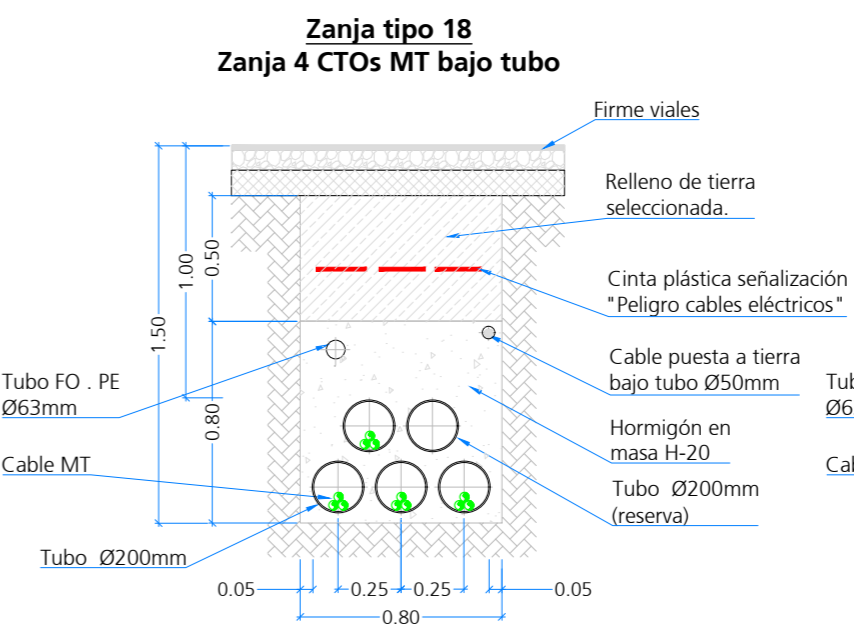
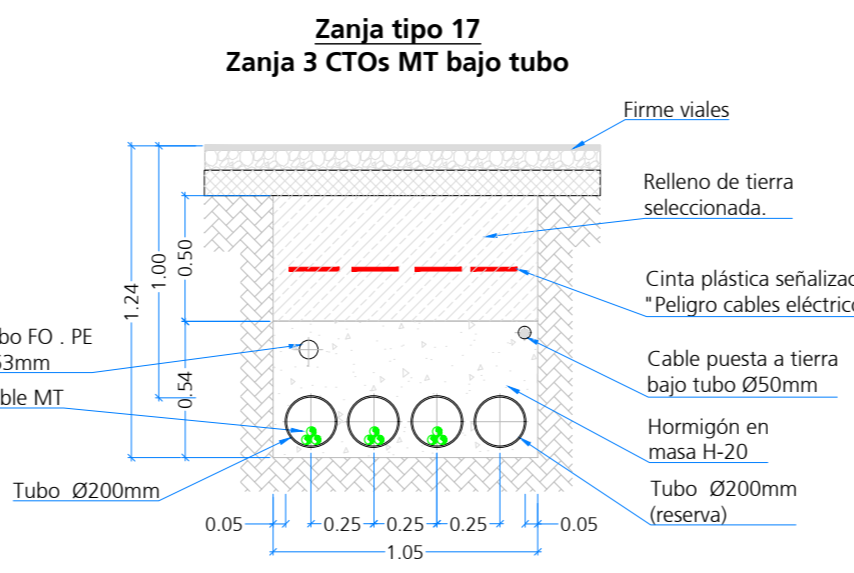
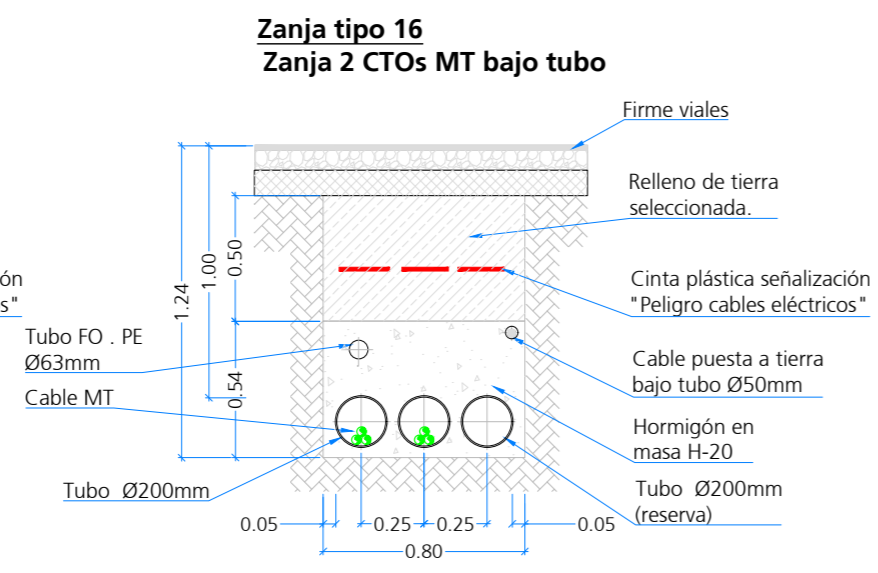
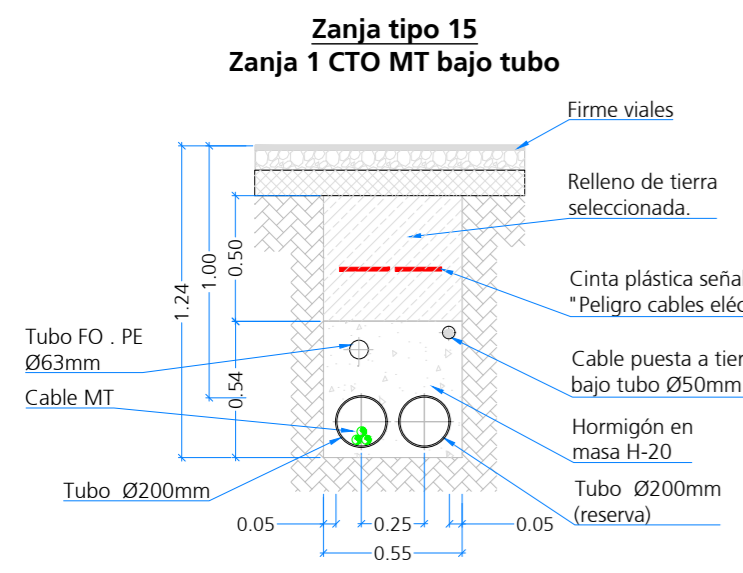
Sección longitudinal cruce de arroyo.
Esc: 5/E



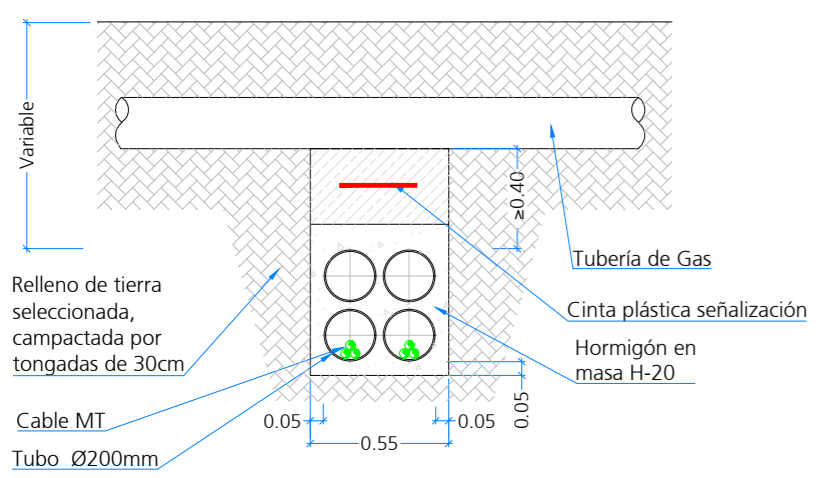
Sección tipo cruce de arroyo.
Esc: 5/E



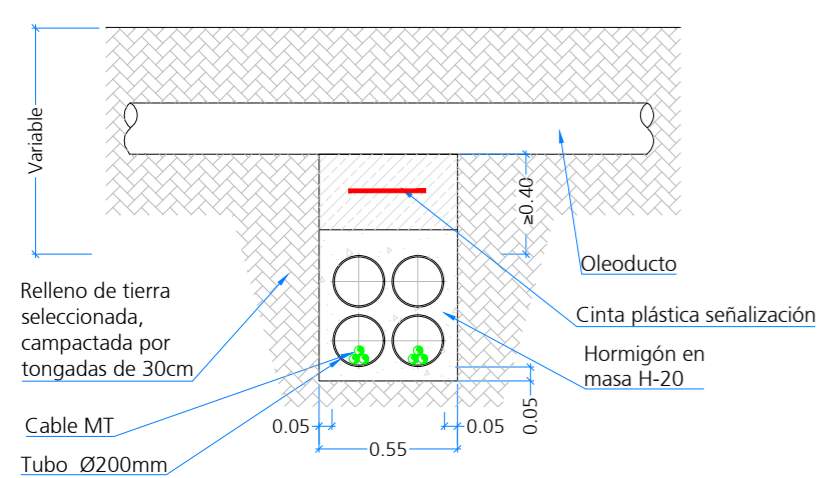
| | | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------|--|--|
| | | | | | | | ADAR Energía S.L. | Proyecto | ABENGOA |
| | | | | | | | | Proyecto Técnico Administrativo | Transmisión e infraestructuras |
| | | | | | | | | Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María | |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación de documento | Título | Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 1 de 2 |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | Detalle zanjas tipo y cruzamiento | Nº Plano |
| | | | | | | | | | INA-01-013237-DWG-603.03.01 |



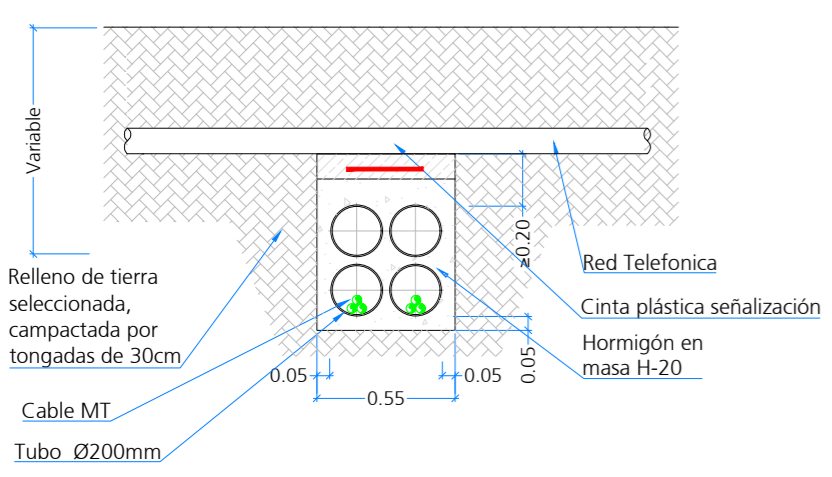
Cruce Canalización MT con Gaseoducto



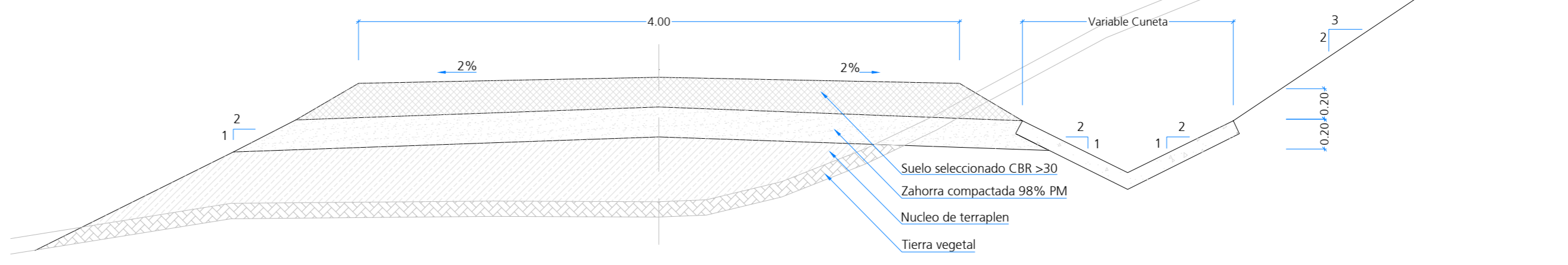
Cruce Canalización MT con Oleoducto



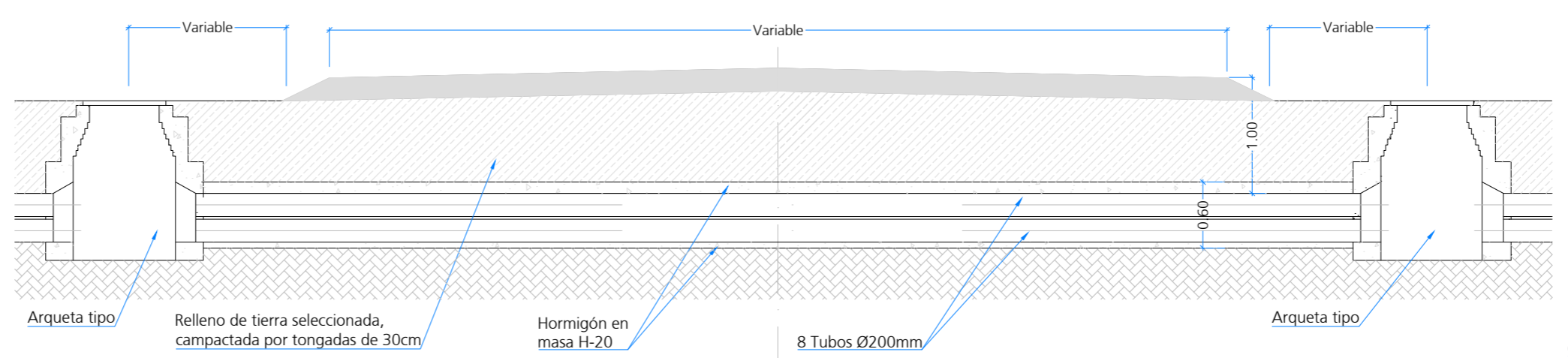
Cruce Canalización MT con red de Telefonica



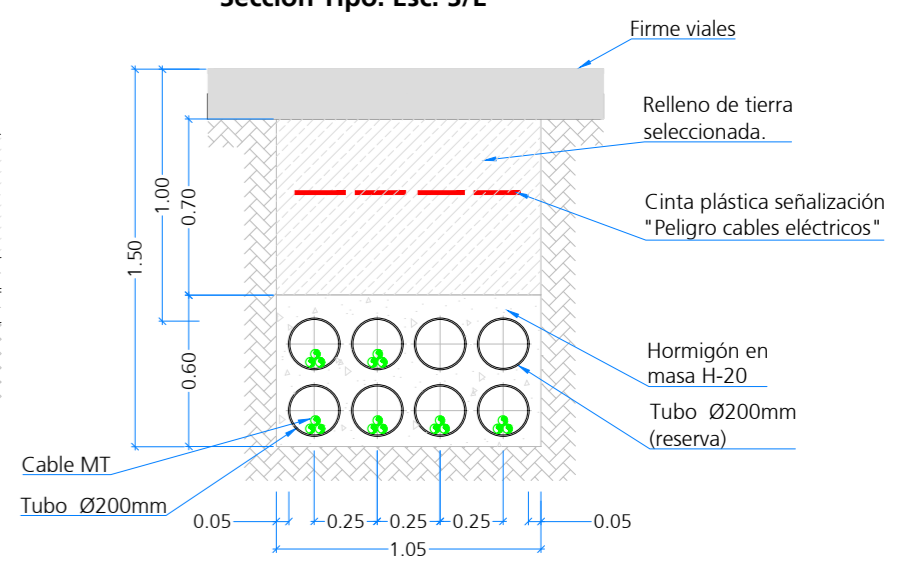
Sección tipo caminos interiores y reposición de vial



Cruce con carretera. Sección Longitudinal. Esc: 5/E



Cruce con carretera. Sección Tipo. Esc: 5/E



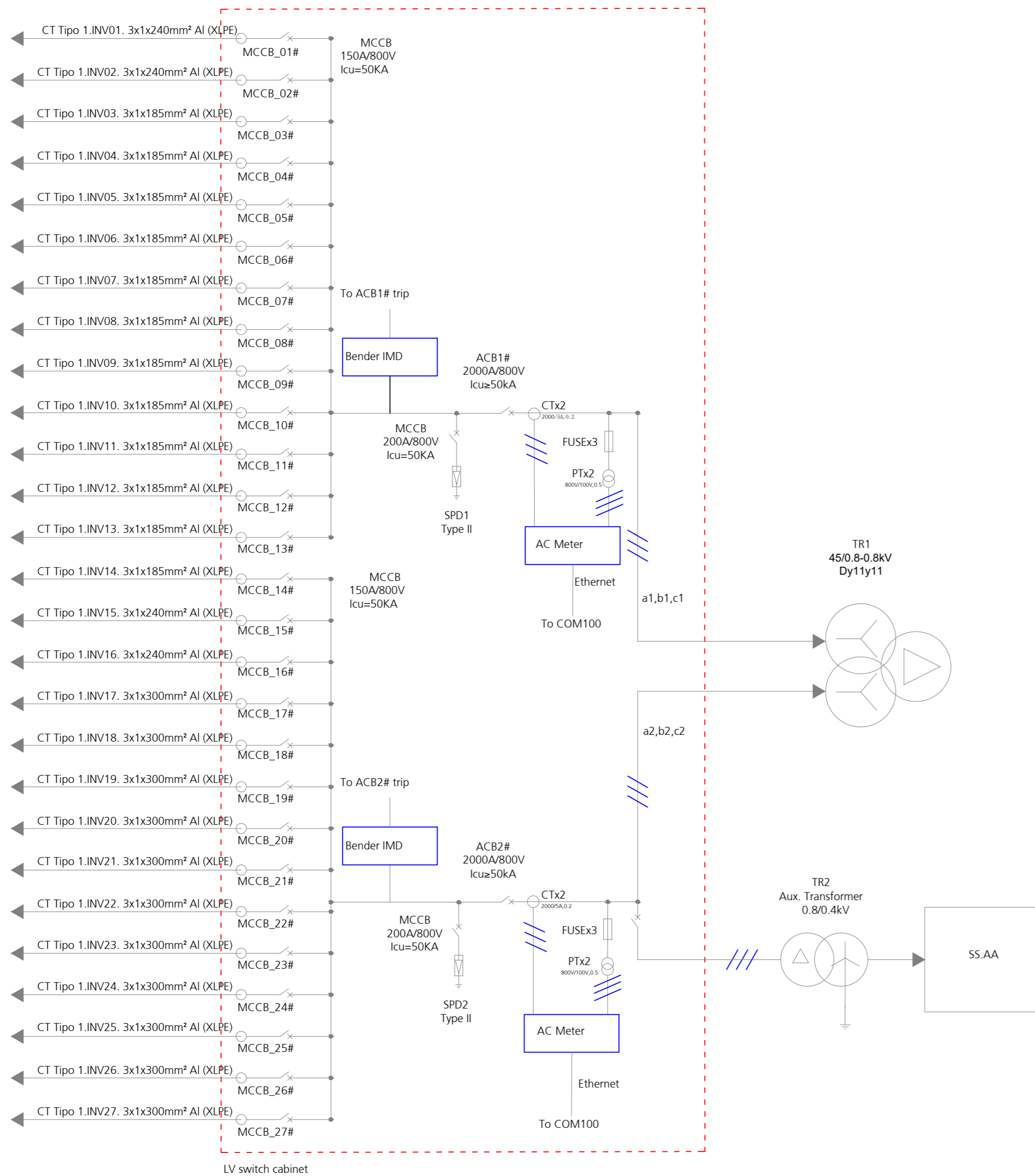
| | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------|
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación de documento |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio |

| | | |
|-------------------|----------|---------|
| ADAR Energía S.L. | Escala | 1/30 |
| | Numérica | Gráfica |

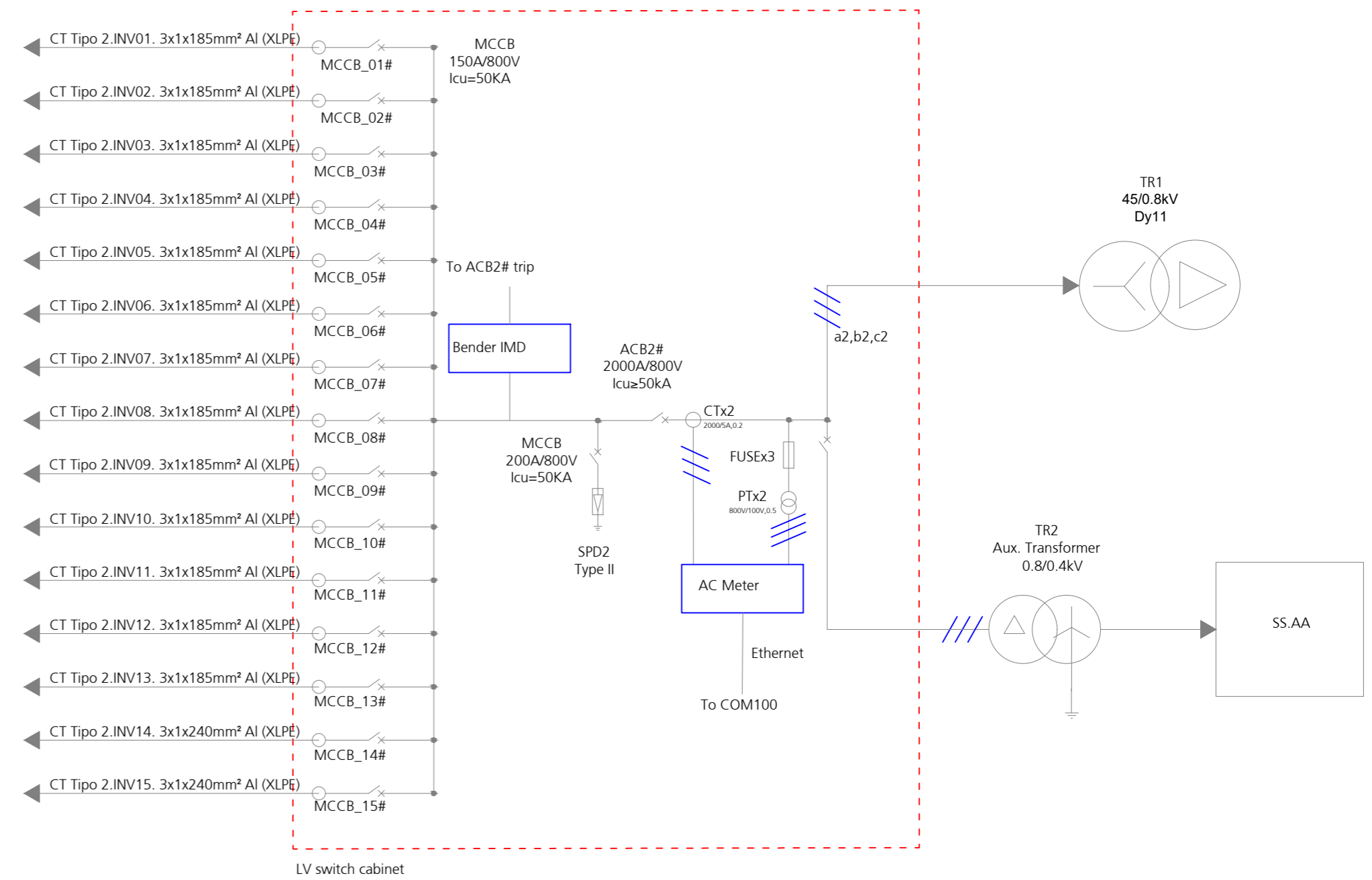
| | |
|----------|--|
| Proyecto | Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María |
| Título | Detalle zanjas tipo y cruzamiento |

| | |
|----------------|--------------------------------|
| ABENGOA | Transmisión e infraestructuras |
| Tamaño: A2 | Revisión: R00 |
| Nº Plano | INA-01-013237-DWG-603.03.01 |
| Hojas: 2 de 2 | |

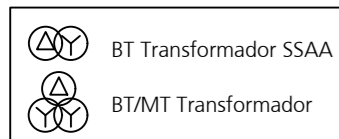
CT 01 a CT08 y CT10 (27 Inversores por CT)



CT09 (15 Inversores)



Leyenda:



Nota: Confirmar secciones de cables para cada CT en tabla de cálculos.

| | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------|--|
| | | | | | | | | |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación de documento | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | |

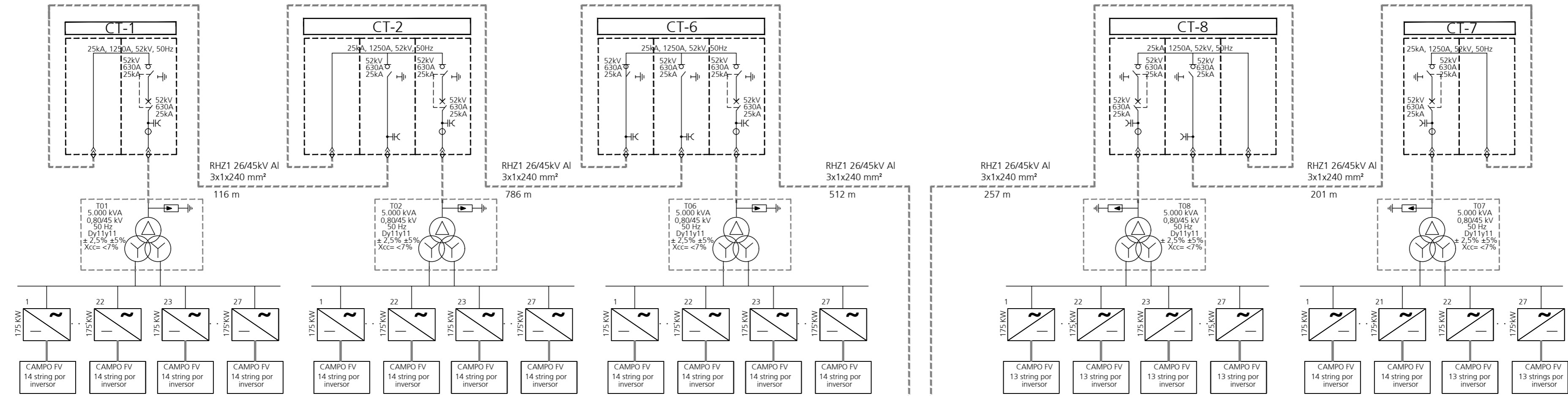
| | |
|----------|----------------------------------|
| Promotor | ADAR Energía S.L. |
| Escala | Sin escala Numérica Gráfica |

| | |
|----------|---|
| Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María |
| Título | Diagrama unifilar de B.T. |

| | | |
|--|---------------|---------------|
| ABENGOA Transmisión e infraestructuras | | |
| Tamaño: A2 | Revisión: R00 | Hojas: 1 de 1 |
| Nº Plano INA-01-013237-DWG-603.04.01 | | |

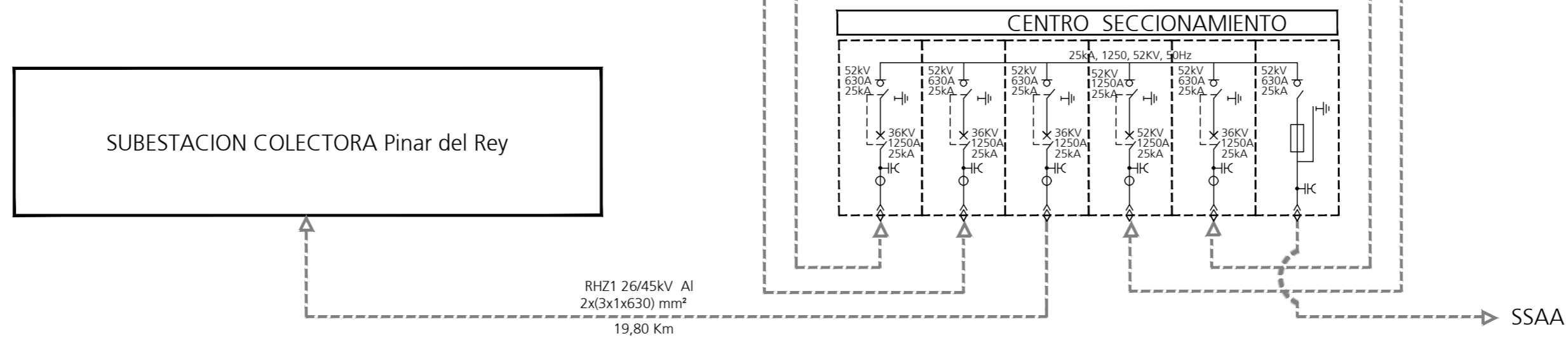
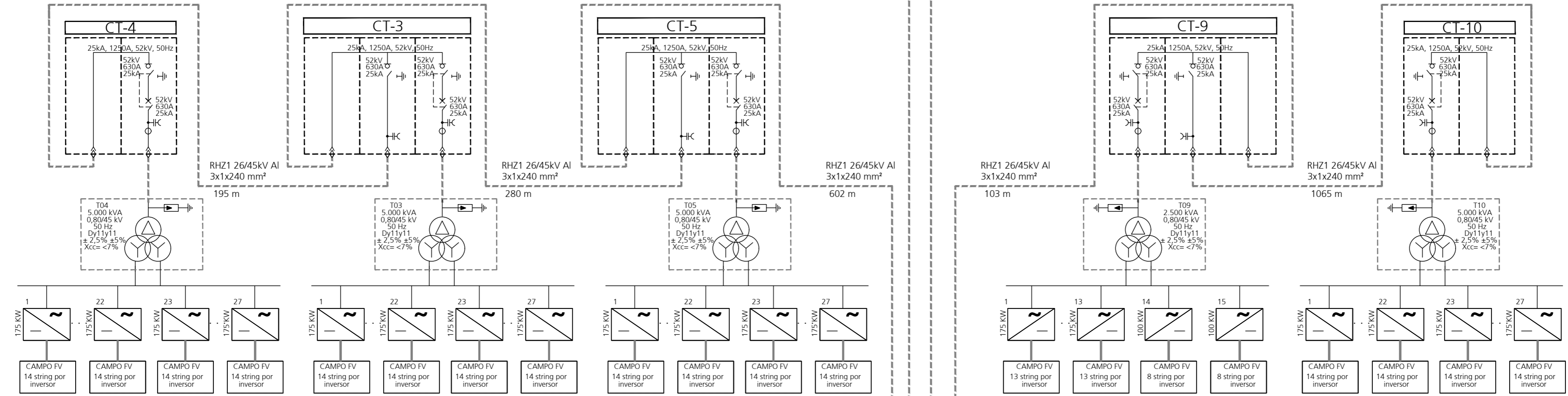
LÍNEA MT 1

LÍNEA MT 3



LÍNEA MT 2

LÍNEA MT 4



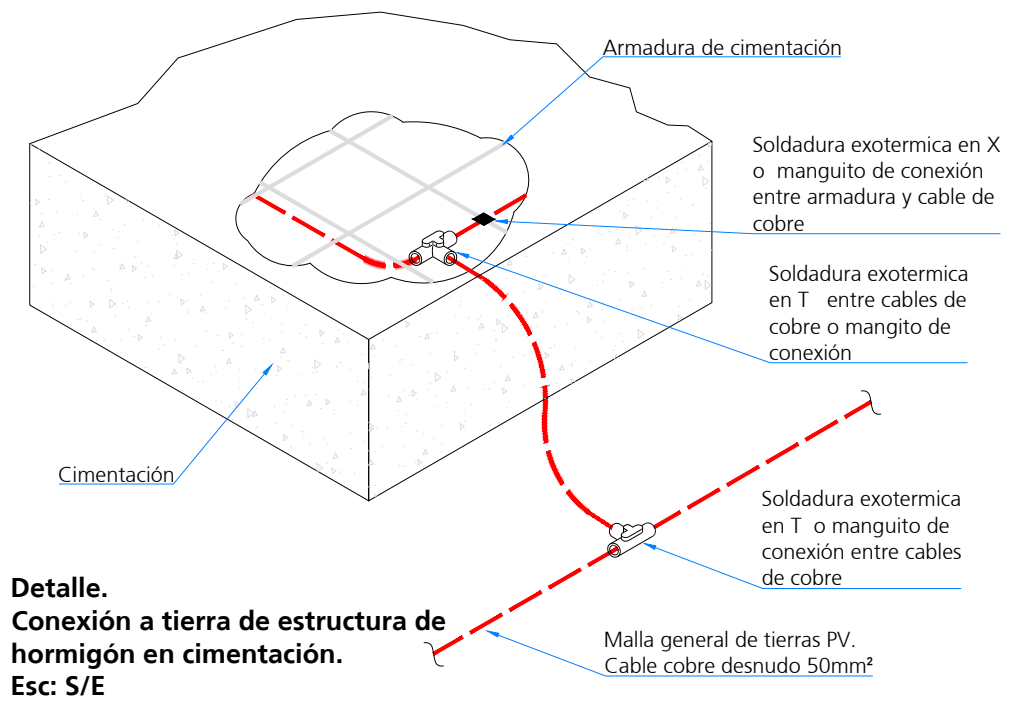
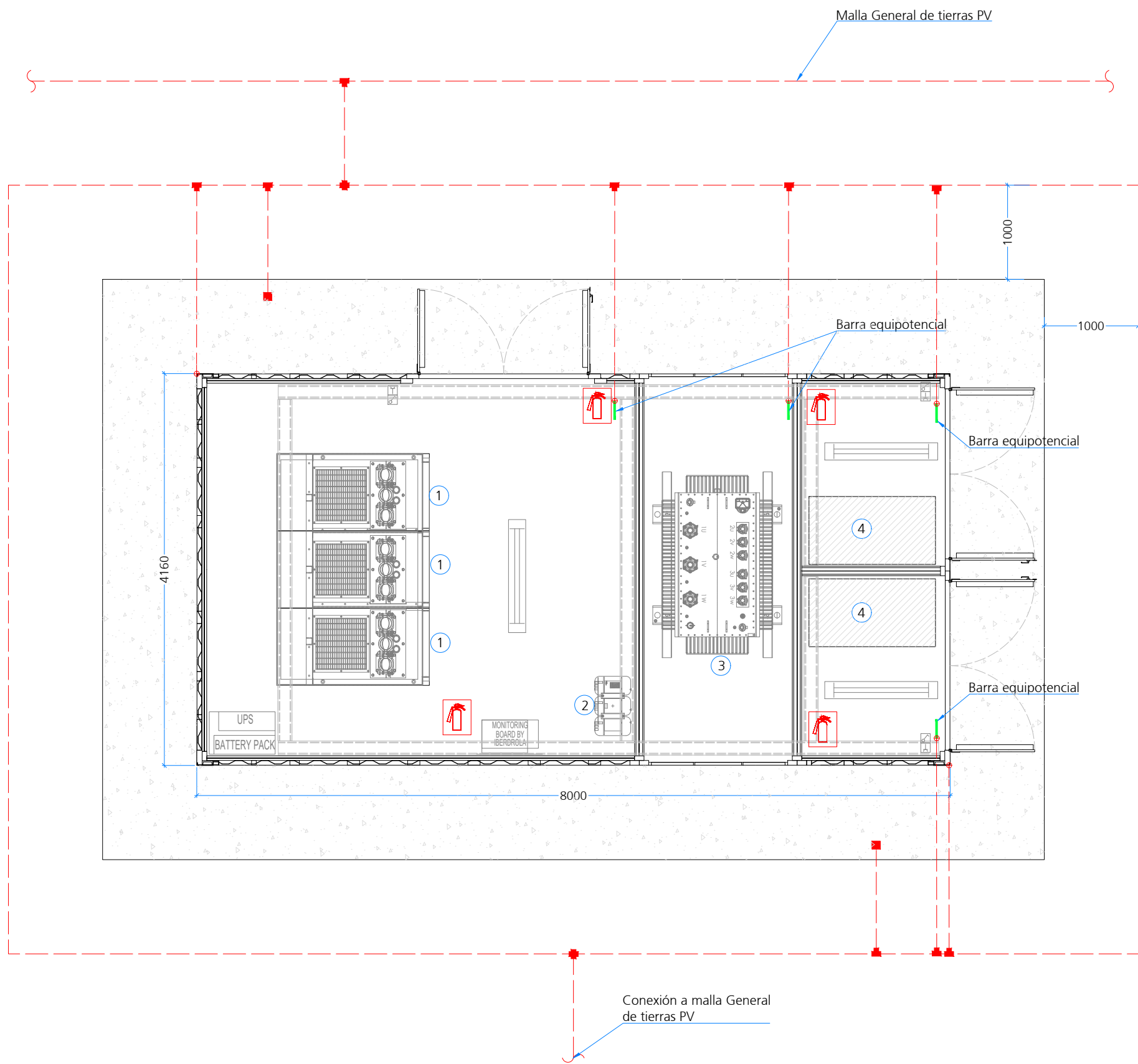
| Simbología | |
|------------|--------------------------|
| | Celda de remonte |
| | Celda de ruptofusible |
| | Celda de línea |
| | Celda de protección |
| | Inversor |
| | BT/MT Transformador |
| | Descargador sobretensión |

| | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-------------------|--|
| | | | | | | | | |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | |

| | |
|----------|--------------------|
| Promotor | ARDAR Energía S.L. |
| Escala | Sin escala |
| | Númérica Gráfica |

| | |
|----------|---|
| Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María |
| Título | Esquema unifilar M.T. |

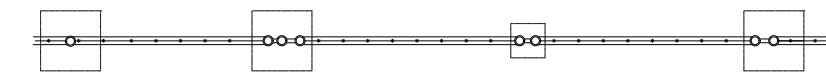
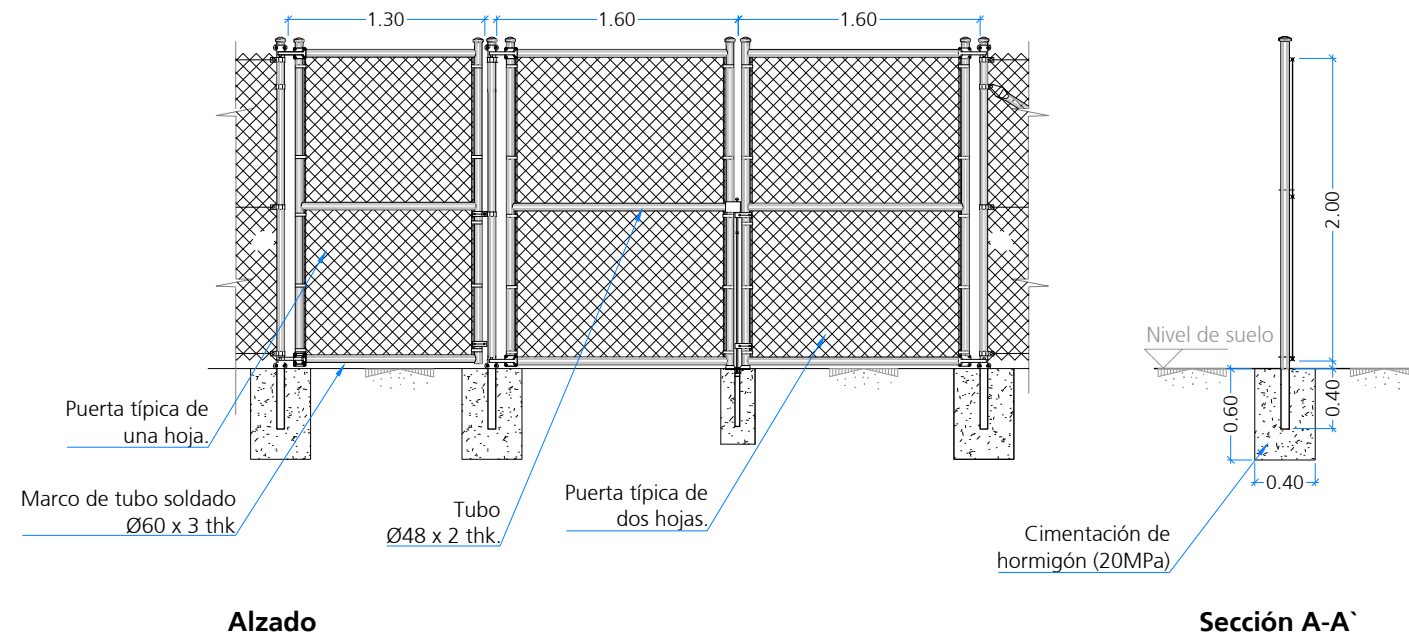
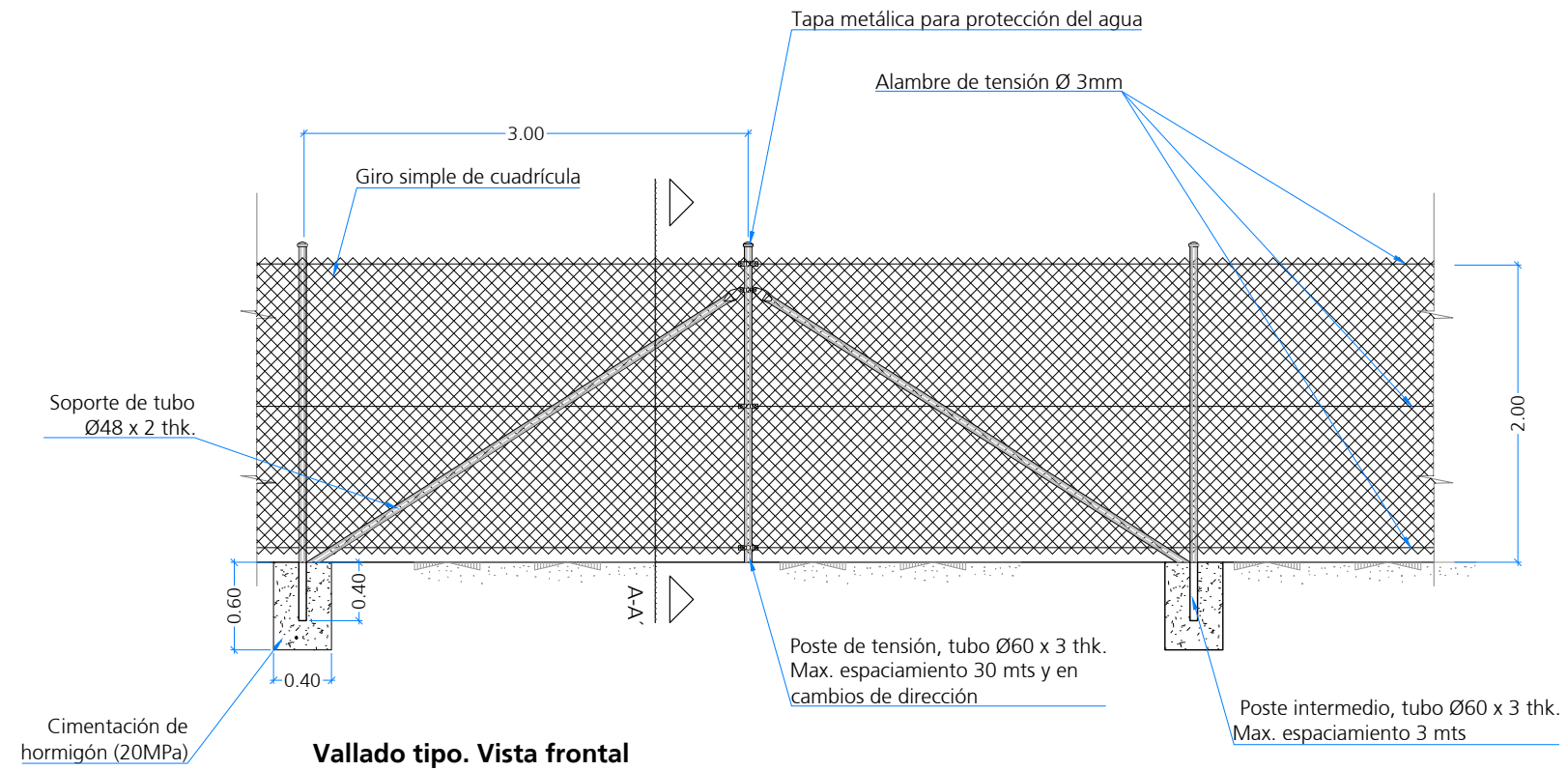
| | | | |
|--|------------|----------------------------|---------------|
| ABENGOA Transmisión e Infraestructuras | Tamaño: A2 | Revisión: R00 | Hojas: 1 de 1 |
| | Nº Plano | INA-01-01237-DWG-603.04.02 | |



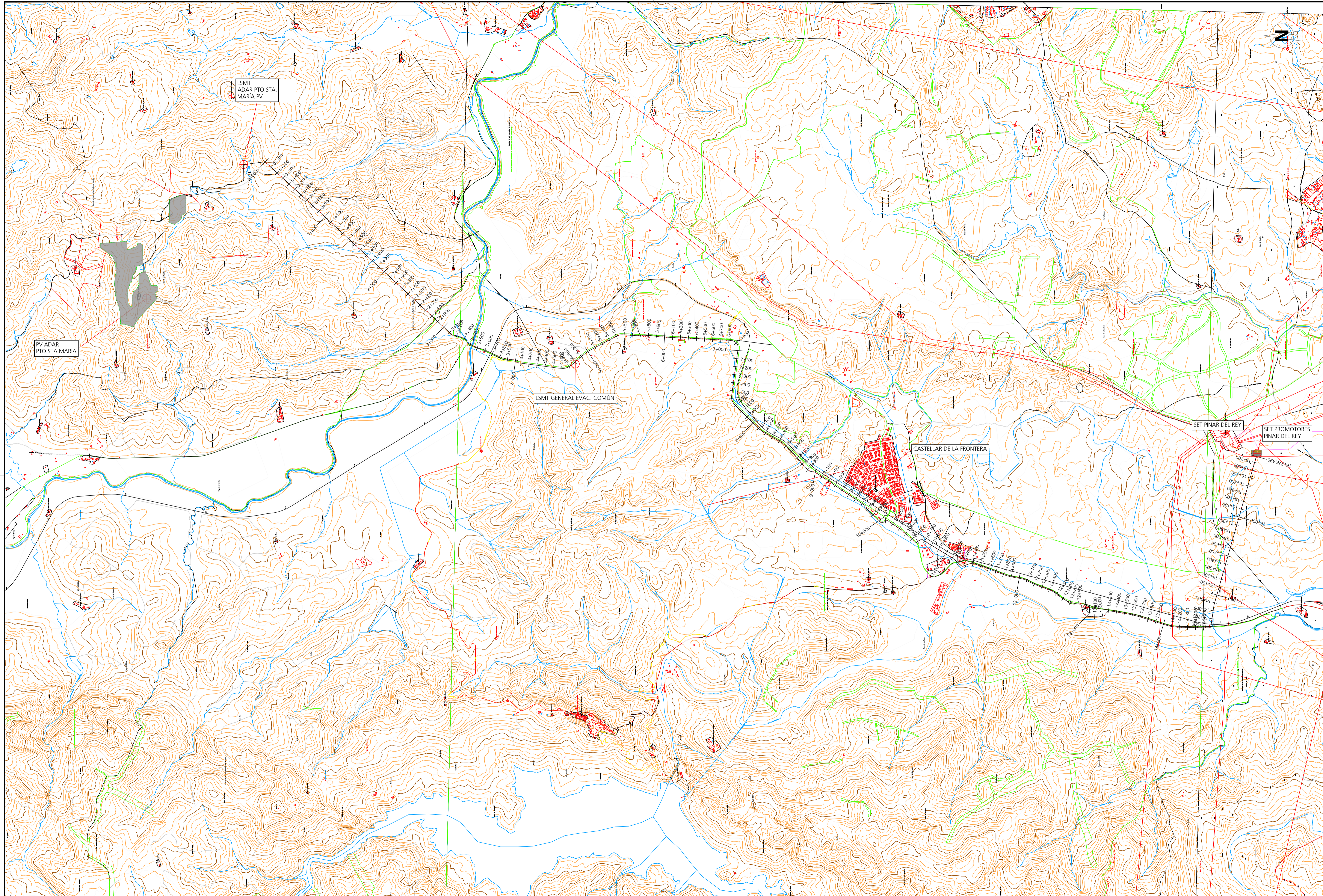
Detalle.
Conexión a tierra de estructura de hormigón en cimentación.
 Esc: S/E

- Leyenda:
- Cable 1x50 mm² Cu desnudo.
 - ■ Soldaduras isotérmica o manguito de conexión en T y X.
 - ⊕ Conexión a equipo/estructura.
 - Conexión a cimentación.
 - ① Celdas de media tensión 45 KV
 - ② Transformador de SSAA 0,8 / 0,4 KV
 - ③ Transformador elevador 0,8/45 KV
 - ④ Cuadro general de baja tensión

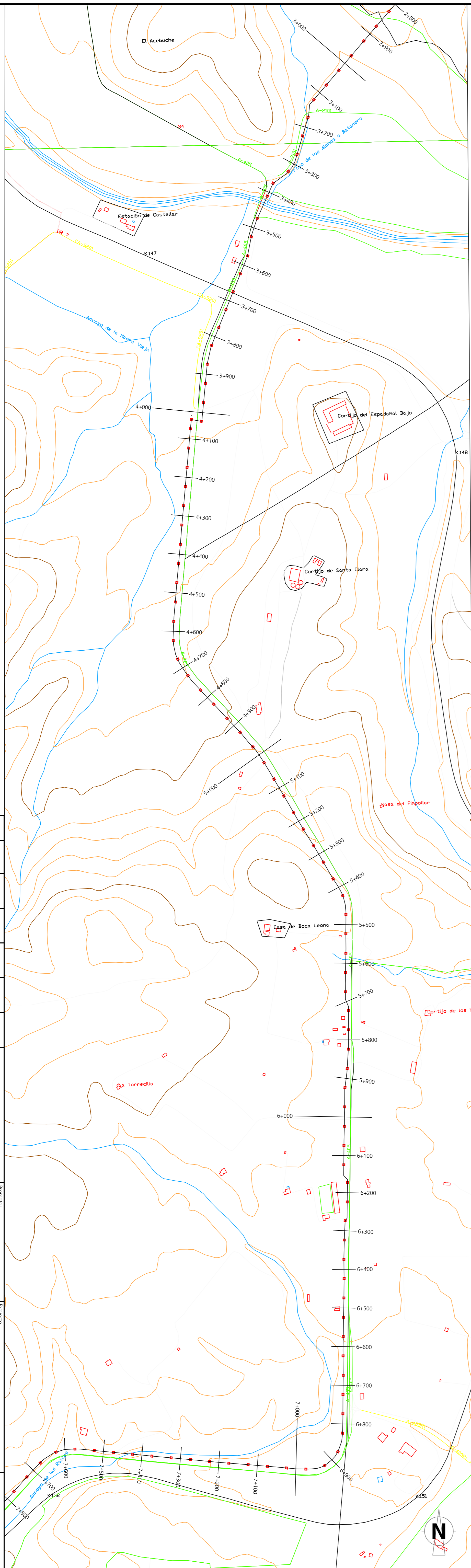
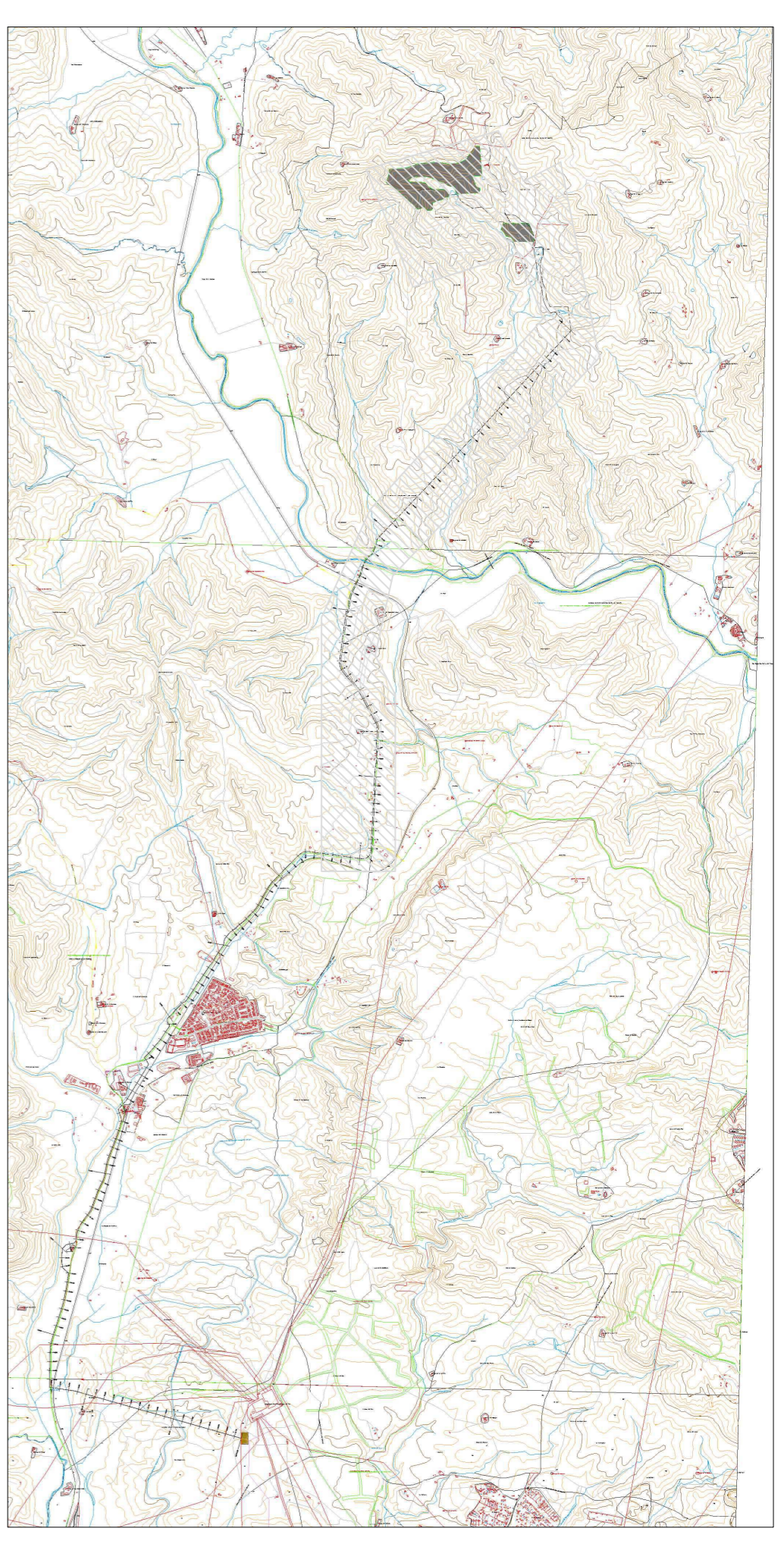
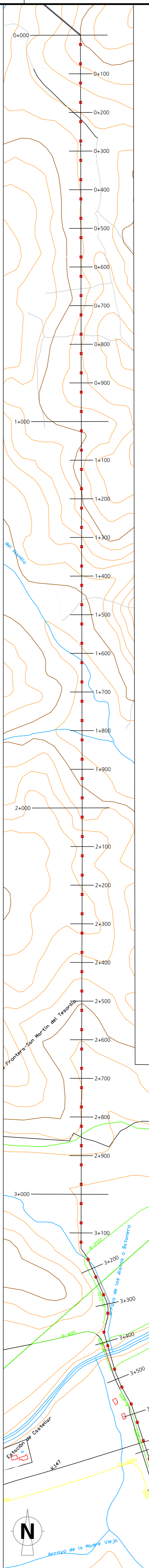
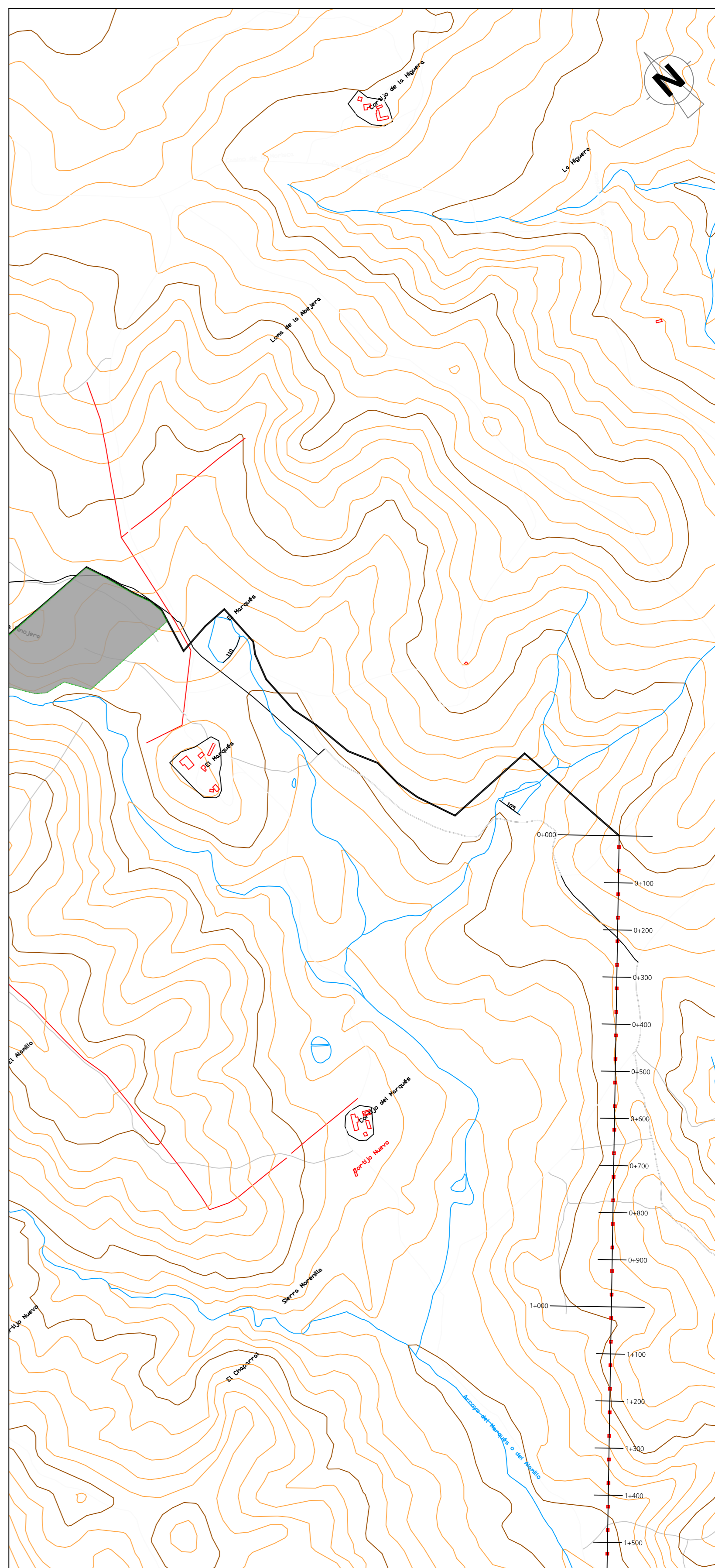
| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|--------------------|-------------------|----------|----------|---|--|--|
| | | | | | | | Promotor | ADAR Energía S.L. | | Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María | | ABENGOA Transmisión e infraestructuras |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación documento | Escala | 1/50 | Título | Centro de Transformación | | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | | 0 0,5 1m | | | | Revisión: R00 |
| | | | | | | | | | Numérica | | | | Hojas: 1 de 1 |
| | | | | | | | | | Gráfica | | | | Nº Plano INA-01-013237-DWG-603.07.01 |



| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|--------------------|-------------------|------|----------|---|-----------------------------|--|
| | | | | | | | Promotor | ADAR Energía S.L. | | Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María | | ABENGOA Transmisión e infraestructuras |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación documento | Escala | 1/50 | Título | Vallado perimetral y detalle | | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | 0 | 0.5 | 1m | Nº Plano | | Revisión: R00 |
| | | | | | | | | Numérica | | Gráfica | | Hojas: 1 de 1 | |
| | | | | | | | | | | | | INA-01-013237-DWG-603.08.01 | |

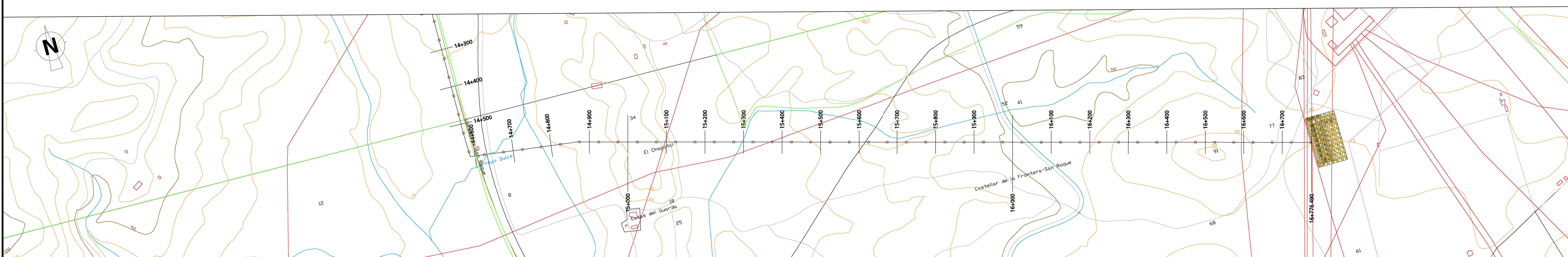
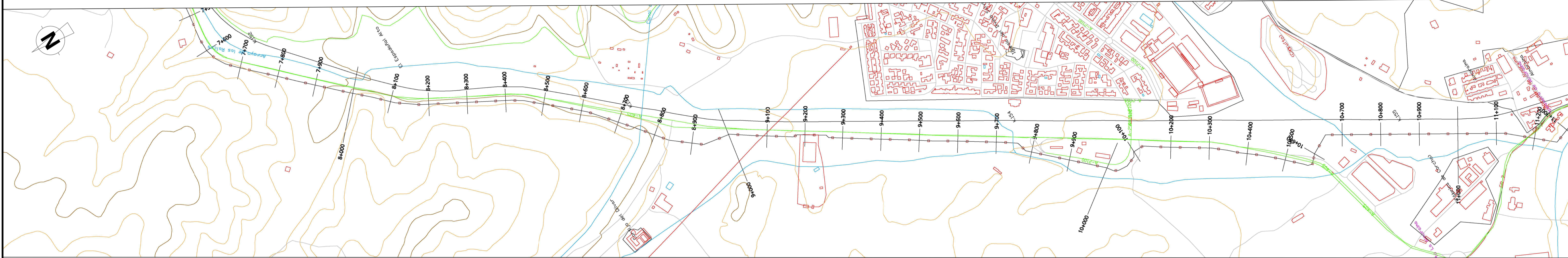
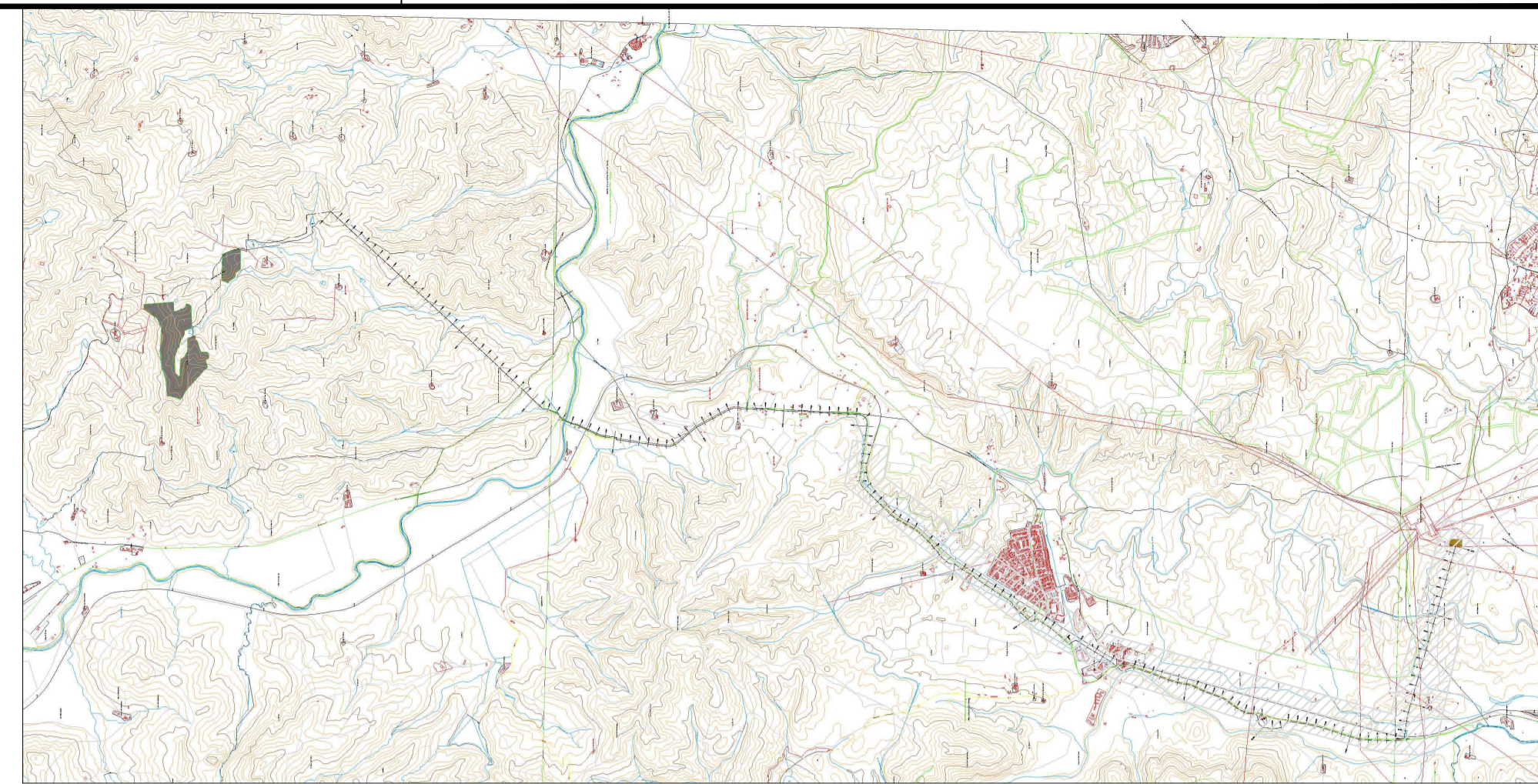
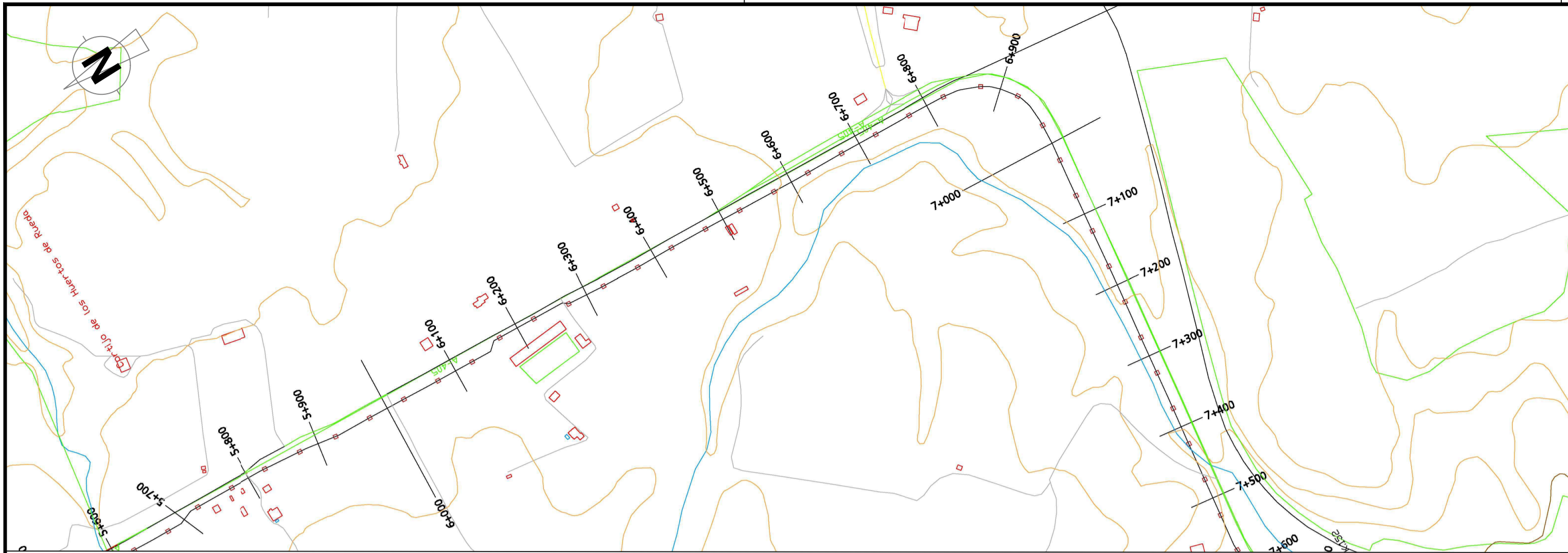


| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------|-------------------|---------|------------|---|---|--|
| | | | | | | | Promotor | ADAR Energía S.L. | | Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María | | ABENGOA Transmisión e infraestructuras |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación de documento | Escala | 1/10000 | 0 100 200m | Título | Evacuación MT, detalle zanjas y circuitos | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | Númérica | | Gráfica | | | Revisión: 800 |
| | | | | | | | | | | | Hojas: 1 de 5 | Nº Plano | INA-01-013237-DWG-603.23.01 |

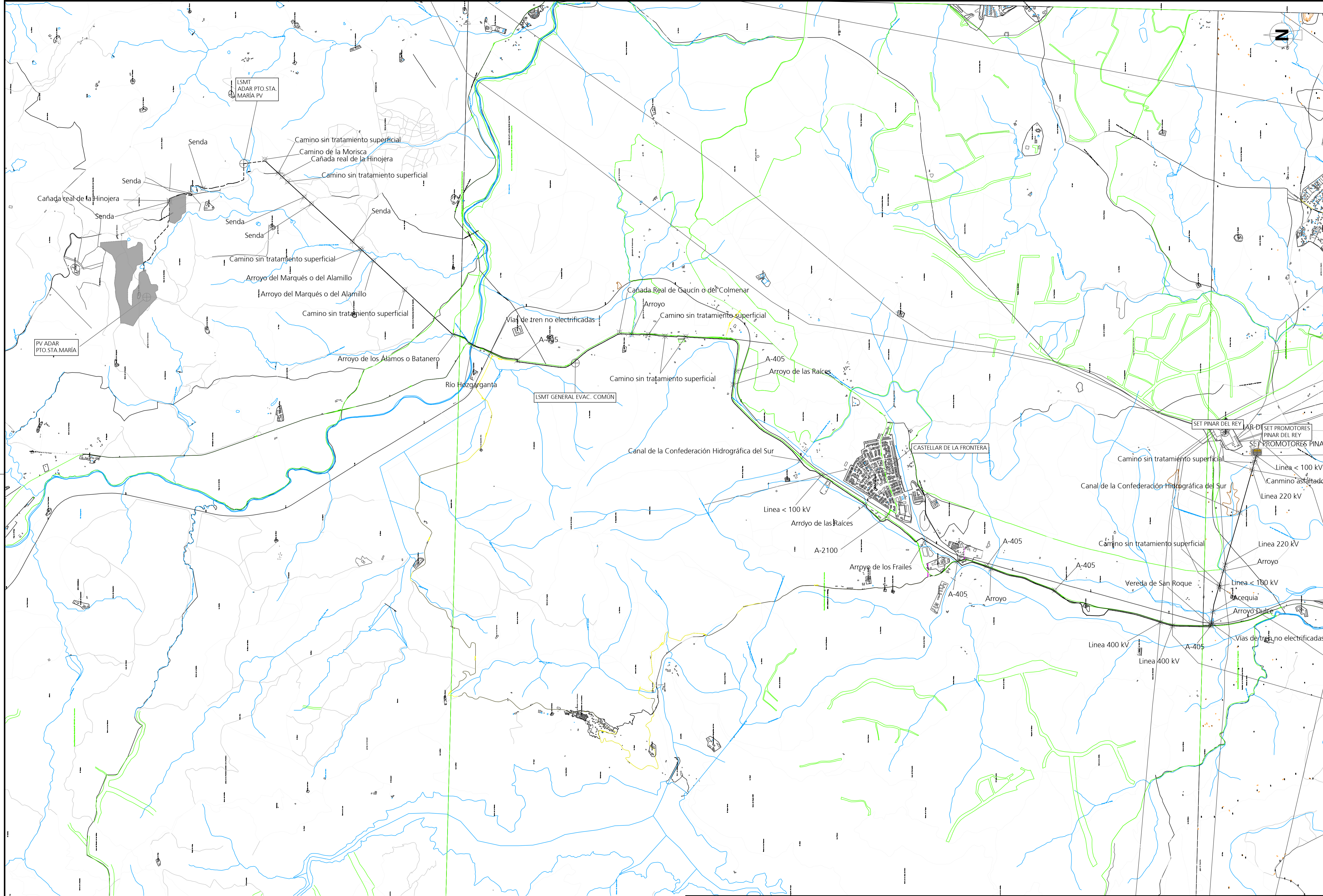


| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-------|------------|----------|-----|----------|------|------------|-----|----------|-----|----------|-----|-----------------------|-----------------------------|----------|---|
| Edición | 1 | Fecha | 11/12/2020 | Diseñado | VGZ | Dibujado | JMCG | Verificado | JCR | Validado | JCR | Aprobado | ARL | Proyecto | ADAR Energía S.L. | Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adan Pro. Sta. María |
| | | | | | | | | | | | | | | Creación de documento | | | Evacuación MT, detalle zanjas y circuitos |
| | | | | | | | | | | | | | | Motivo del cambio | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Escala | 1/500 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Nº Plano | INAA-01-3237-DW/G-603.23.01 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Gráfica | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-------|------------|----------|-----|----------|------|------------|-----|----------|-----|----------|-----|-----------------------|-----------------------------|----------|---|
| Edición | 1 | Fecha | 11/12/2020 | Diseñado | VGZ | Dibujado | JMCG | Verificado | JCR | Validado | JCR | Aprobado | ARL | Proyecto | ADAR Energía S.L. | Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adan Pro. Sta. María |
| | | | | | | | | | | | | | | Creación de documento | | | Evacuación MT, detalle zanjas y circuitos |
| | | | | | | | | | | | | | | Motivo del cambio | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Escala | 1/500 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Nº Plano | INAA-01-3237-DW/G-603.23.01 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Gráfica | | | |

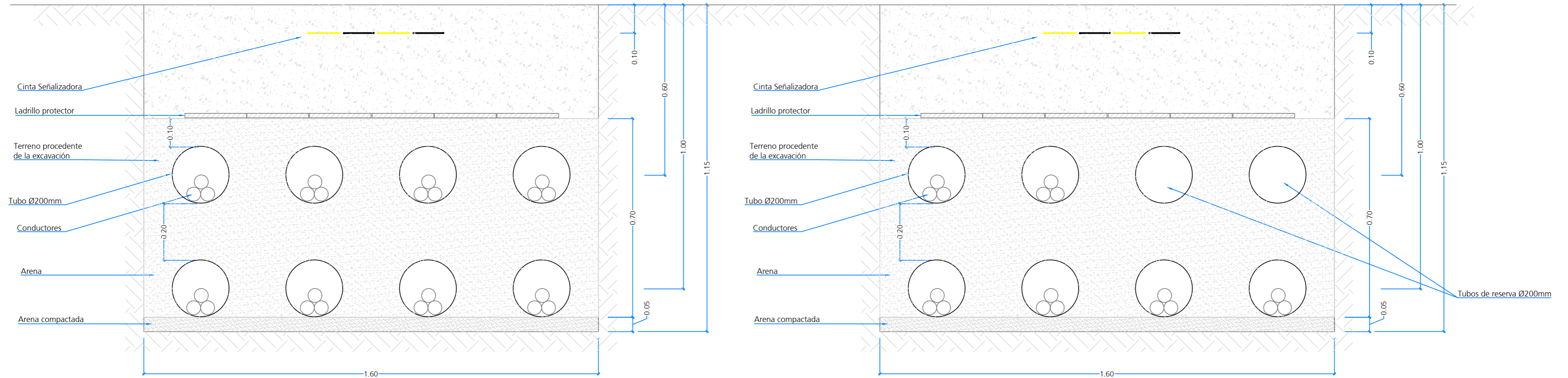


| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------|--------|--------|---------------------------|-------------------|---|---|--|
| | | | | | | | | | | Promotor | ADAR Energía S.L. | Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María | ABENGOA Transmisión e infraestructuras |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación de documento | Escala | 1/5000 | Numérica Gráfica | Título | Evacuación MT, detalle zanjas y circuitos | Tamaño: A1 Revisión: R00 Hojas: 3 de 5 | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | | | | | | | INA-01-013237-DWG-603.23.01 |

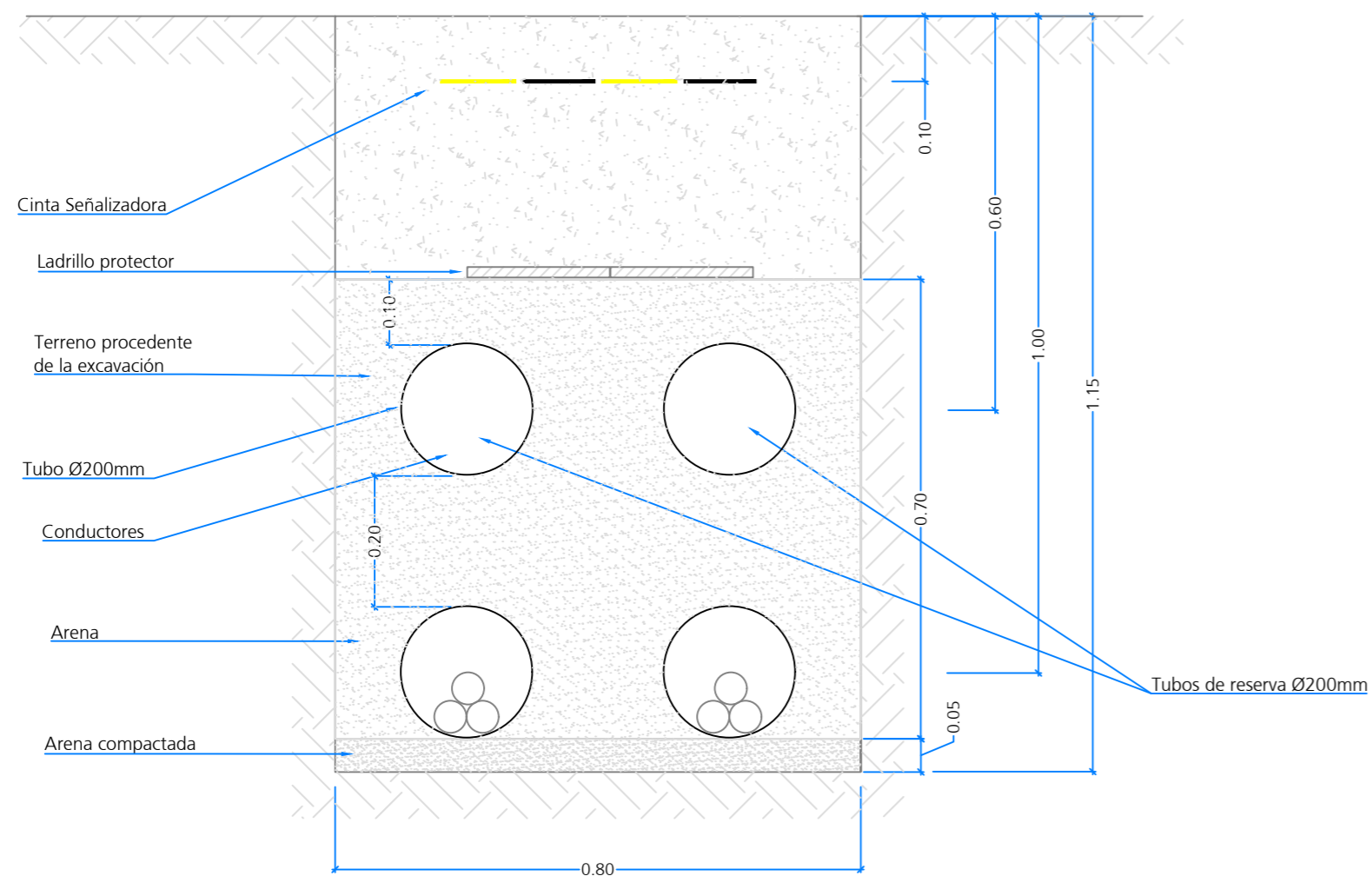


| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------|-------------------|---------|------------|---|---|--|
| | | | | | | | Promotor | ADAR Energía S.L. | | Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María | | ABENGOA Transmisión e Infraestructuras |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación de documento | Escala | 1/10000 | 0 100 200m | Título | Evacuación MT, detalle zanjas y circuitos Afecciones | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | Númérica | | Gráfica | | | Nº Plano INA-01-013237-DWG-603.23.01 |

LSMT (45kV) Evacuación general común subterránea (7x)
hacia SET Promotores Pinar de Rey



LSMT (45kV) desde CS (FV Adar Pto Sta. María)
hacia SET Promotores Pinar de Rey



| | | | | | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------------|--|
| | | | | | | | | |
| 1 | 11/12/2020 | VGZ | JMCG | JCR | JCCR | ARL | Creación de documento | |
| Edición | Fecha | Diseñado | Dibujado | Verificado | Validado | Aprobado | Motivo del cambio | |

| | |
|----------|-------------------|
| Promotor | ADAR Energía S.L. |
| Escala | 1/10 |
| | Numérica |
| | Gráfica |

| | |
|----------|---|
| Proyecto | Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Adar Pto. Sta. María |
| Título | Evacuación MT, detalle zanjas y circuitos Detalles |

| | | |
|--|---------------|-----------------------------|
| ABENGOA Transmisión e infraestructuras | | |
| Tamaño: A2 | Revisión: R00 | Hojas: 5 de 5 |
| Nº Plano | | INA-01-013237-DWG-603.23.01 |