

**GENERACIÓN FOTOVOLTAICA**

**LAS VERTIENTES, S.L.U.**

C/ FERNANDO ALONSO NAVARRO, 12, 4ª PL.  
30009 - MURCIA

TEL.: 868 07 51 31

E-MAIL: [INFO@GRUPOSYNERGIA.ES](mailto:INFO@GRUPOSYNERGIA.ES)



**ANEXO AL PROYECTO DE  
EJECUCIÓN PLANTA  
FOTOVOLTAICA  
"MAJUELO" DE  
5 MW DE POTENCIA  
TT.MM. DE VALDEMORO Y  
SAN MARTÍN DE LA VEGA  
(Madrid)**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/> <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”</b><br/> <b>DE 5 MW DE POTENCIA</b><br/>         TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                                          |

## CONTENIDO

1.- MEMORIA.

2.- PLANOS.

# MEMORIA

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

## ÍNDICE

|          |                                                                                                                                    |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>TITULAR. ....</b>                                                                                                               | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETO. ....</b>                                                                                                                | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>RELACIÓN DE NORMAS UNE Y ESPECIFICACIONES PARTICULARES. ....</b>                                                                | <b>5</b>  |
| 3.1      | LEGISLACIÓN NACIONAL.....                                                                                                          | 5         |
| 3.2      | LEGISLACIÓN INTERNACIONAL .....                                                                                                    | 7         |
| 3.3      | ESPECIFICACIONES PARTICULARES APROBADAS DE EMPRESAS DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA APLICABLES. .... | 8         |
| <b>4</b> | <b>JUSTIFICACIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL RD. 337/2014, DE 9 DE MAYO.....</b>            | <b>10</b> |
| <b>5</b> | <b>ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA INSTALACIÓN. SEGÚN RD 337/2014, DE 9 DE MAYO. ....</b>                   | <b>13</b> |
| 5.1      | CÁLCULO DEL FLUJO MAGNÉTICO EN LA INSTALACIÓN .....                                                                                | 15        |
| 5.1.1    | CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES .....                                                                                 | 15        |
| 5.1.2    | CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.....                                                                     | 17        |
| 5.1.3    | CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES EN LOS PUENTES DEL TRANSFORMADOR .....                                                | 18        |
| 5.1.4    | CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LAS CONEXIONES A LAS BORNAS DEL TRANSFORMADOR .....                                                   | 19        |
| <b>6</b> | <b>VENTILACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL APARTADO 4.4 DE LA ITC RAT 14. ....</b>                                                           | <b>21</b> |
| <b>7</b> | <b>CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO SEGÚN RD 337/2014 DE 9 DE MAYO.....</b>                                                    | <b>23</b> |
| <b>8</b> | <b>PLANO DE PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA. ....</b>                                           | <b>25</b> |
| <b>9</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>                                                                                                          | <b>26</b> |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

## 1 TITULAR.

El titular y a la vez promotor del proyecto de la planta solar fotovoltaica Majuelo es la sociedad Generación Fovovoltaica Las Vertientes, S.L.U.

A continuación, se resumen los datos principales del promotor:

- Promotor: Generación Fovovoltaica Las Vertientes, S.L.U.
- N.º CIF: B05537436
- Domicilio Social: C/ Fernando Alonso Navarro, nº 12, 4ª Planta 30009, Murcia
- Telf.: 868 075131
- E-mail: [info@gruposynergia.es](mailto:info@gruposynergia.es)
- Web: [www.gruposynergia.es](http://www.gruposynergia.es)

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

## 2 OBJETO.

Atendiendo al requerimiento de la Dirección General de Descarbonización y Transición Energética, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura de la Comunidad de Madrid, se redacta este Anexo al proyecto con el objeto de justificar las siguientes prescripciones recogidas en el Decreto 70/2010, de 7 de octubre, la Orden de 31 de enero de 2011 y la Ley 39/2015, de 1 de octubre.

- Relación de normas UNE y especificaciones particulares aprobadas de empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica aplicables.
- Justificar el cumplimiento de las prescripciones de protección contra incendios de acuerdo al R.D. 337/2014, de 9 de mayo.
- Aportar estudio de campos magnéticos en las proximidades de la instalación, aclarando, en su caso, las medidas para minimizar dichos campos en el exterior de la instalación según R.D. 337/2014, de 9 de mayo.
- Justificar el cumplimiento del apartado 4.4 de la ITC RAT 14, aprobada por el RD 337/2014, de 9 de mayo, en lo referente a la ventilación.
- Aportar los cálculos o medidas adicionales que justifiquen el cumplimiento de los límites de ruido según el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Aportar plano de planta general del sistema de tierras de la instalación proyectada.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

### 3 RELACIÓN DE NORMAS UNE Y ESPECIFICACIONES PARTICULARES.

#### 3.1 *Legislación Nacional*

##### Normas UNE

- UNE 62446 Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- UNE 61727 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- UNE 61173 Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV).
- UNE 21310 Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.
- UNE 61227 Sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia.
- UNE 20003/1954: Cobre tipo recocido o industrial.
- UNE 20101-5/1996: Transformadores de potencia.
- UNE 20432-3/1994: Ensayo de cables eléctricos.
- UNE 20460-4-41/1998: Instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE 21081/1999: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE 21127/1991: Tensiones normales.
- UNE 21587/1996: Transformadores de medida.
- UNE EN 60909-0/2002: Corrientes de cortocircuito.
- UNE EN 61330/1997: Centros de transformación prefabricados.

##### Legislación

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997).
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de Junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- 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 (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- Real Decreto 337/2014 Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Orden de 5 de Septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12/09/1985).

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT-C, IDAE 2002.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE nº 224, de 18 de septiembre de 2007).
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 (BOE 68, 19-03-2008).
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- 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.
- Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la orden de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (BOE nº 258 25/10/84) y sus actualizaciones o modificaciones posteriores.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- 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.
- Condiciones técnicas para la conexión a la red de Media Tensión de instalaciones o agrupaciones fotovoltaicas. Documento AG8, edición 4.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por Decreto de la Presidencia del Gobierno 2.414/1.961, de 30 de noviembre de 1.961 y disposiciones complementarias.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Instrucción de Servicio 2-CT/2003 sobre el mantenimiento obligatorio para los Centros de Transformación.
- Instrucción de Servicio 1-AT/2004 de la Dirección General de Industria y Energía sobre modelos de Certificados de inspección de instalaciones de alta tensión.
- Normas particulares compañía eléctrica para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión. CLM.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red (IDAE).
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- Decreto Legislativo 1/2010, de 18/05/2010, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y Caminos de Castilla-La Mancha.
- Decreto 1/2015, de 22/01/2015, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y Caminos.
- Reglamento de Suelo Rústico (Decreto 242/2004).
- Revisión de 10 de Febrero de 2016 de la Orden de 31-03-2003, de la Consejería de Obras Públicas, por la que se aprueba la instrucción técnica de planeamiento sobre determinados requisitos sustantivos que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones en suelo rústico.
- Ordenanzas Municipales Valdemoro y San Martín de la Vega (Madrid).
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

### **3.2 Legislación internacional**

- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors
- IEC 60502-1: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 1 kV ( $U_{max} = 1.2$  kV) and 3 kV ( $U_{max} = 3.6$  kV)
- IEC 60304: International Standard of the International Electrotechnical Commission for standard insulation colors for cables and low frequency networks.
- IEC 60216: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Materials for Electrical Insulation - Thermal Properties and Durability
- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior coverings with a special protection function and that are applied by extrusion

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEEE 48: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for terminals of medium and high voltage cables
- IEEE 592: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for semiconductor coatings of medium voltage splices and connectors
- IEC 60502-2: Cables for rated voltages from 6 kV ( $U_m = 7,2 \text{ kV}$ ) up to 30 kV ( $U_m = 36 \text{ kV}$ )
- IEC 60055: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Cables with insulation for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminum conductors)
- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors
- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior cable coverings with a special protection applied by extrusion
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60446: International Standard of the International Electrotechnical Commission Fundamental safety principles for the human-machine interface, marking and identification. Identification of conductors by color or by numbers
- IEC 60502-2: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 6 kV ( $U_{max} = 7.2 \text{ kV}$ ) and 30 kV ( $U_{max} = 36 \text{ kV}$ )
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEC 60986: International Standard of the International Electrotechnical Commission for short-circuit temperature limits on rated voltage cables of 6 kV ( $U_{max} = 7.2 \text{ kV}$ ) and 30 kV ( $U_{max} = 36 \text{ kV}$ )
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Testing for cable accessories with voltage between 6 and 36 kV.

### ***3.3 Especificaciones particulares aprobadas de empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica aplicables.***

Las especificaciones particulares de UFD vienen recogidas en su instrucción técnica IT.07972.ES-DE-NOR, que será de obligado cumplimiento, junto con la reglamentación vigente relacionada a continuación:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</b></p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                        |

- 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 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 413/2014 de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 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, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1454/2005 del 2 de diciembre de 2005, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulaban las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto de 2007 por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1164/2001 de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Y otras reglamentaciones o disposiciones administrativas europeas, nacionales, autonómicas o locales vigentes y aplicables.

También los Códigos de Red de Conexión (CRC), que establecen requisitos a las instalaciones de producción de electricidad, instalaciones de consumo y de distribución de energía, y a las instalaciones HVDC que se conectan al sistema eléctrico.

- Reglamento 2016/631 de requisitos de conexión de generadores a la red, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) el pasado 27 de abril de 2016.
- Reglamento 2016/1388 por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda, el cual fue publicado en el DOUE el pasado 18 de agosto de 2016.
- Reglamento 2016/1447 por el que se establece un código de red sobre requisitos de conexión a la red se sistemas de alta tensión en corriente continua y módulos de parque eléctrico conectados en corriente continua, el cual fue publicado en el DOUE el pasado 8 de septiembre de 2016.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

#### **4 JUSTIFICACIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL RD. 337/2014, DE 9 DE MAYO.**

Las prescripciones aplicables en materia de protección contra incendios para la instalación de la planta fotovoltaica vienen recogidas en el RAT en la ITC 15.

De acuerdo con el reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión, para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

1. Se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:
  - a) La propagación del incendio a otras partes de la instalación.
  - b) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.
  - c) La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.
2. Los riesgos de incendio se particularizan principalmente en los transformadores o reactancias aislados con líquidos combustibles, en los que se tomarán una o varias de las siguientes medidas, según proceda:
  - a) Dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador. No es necesario el corte en aquellos arrollamientos que no tengan posibilidad de alimentación de energía eléctrica.
  - b) Elección de distancias suficientes para evitar que el fuego se propague a instalaciones próximas a proteger, o colocación de paredes cortafuegos.
  - c) En el caso de instalarse juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite u otros materiales al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.
  - d) La construcción de fosas colectoras del líquido aislante. Las instalaciones deberán disponer de cubas o fosas colectoras. Cuando la instalación disponga de un único transformador la fosa colectora debe tener capacidad para almacenar la totalidad del fluido y si hubiera más de un transformador, la fosa debe estar diseñada para recibir, al menos, la totalidad del fluido del transformador más grande.
  - e) Instalación de dispositivos de extinción apropiados, cuando las consecuencias del incendio puedan preverse como particularmente graves, tales como la proximidad de los transformadores a inmuebles habitados.

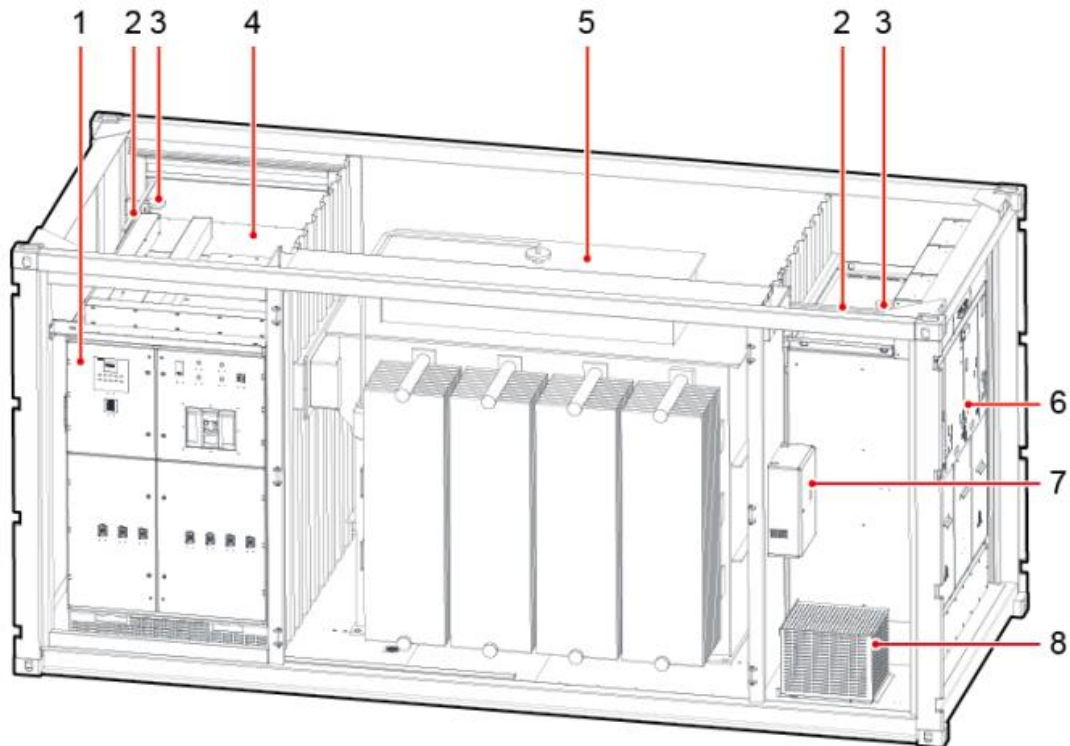
En base a estas prescripciones, han sido tomadas las medidas que se recogen a continuación.

La zona de mayor riesgo para la aparición de fuego en la instalación se particulariza principalmente en los transformadores aislados con líquido combustible, por lo que las principales medidas de protección se centraran en esta parte de la instalación. Se adoptarán las

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

siguientes medidas de protección activa y pasiva que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios:

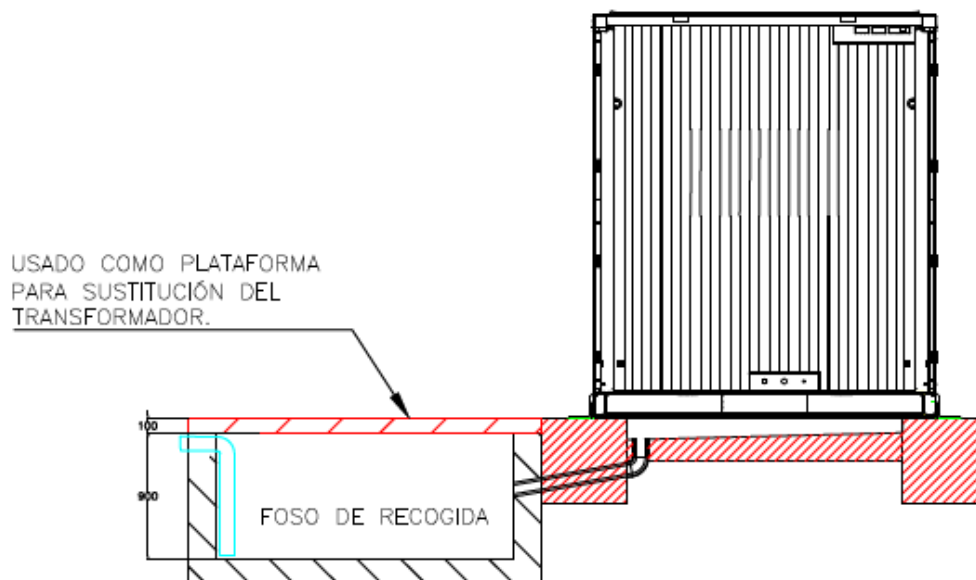
- Las estaciones de potencia incluyen un transformador y las celdas correspondientes de media tensión, se encuentran aisladas interiormente.



| LEYENDA |                          |   |                        |
|---------|--------------------------|---|------------------------|
| 1       | Cuadro A de baja tensión | 5 | Transformador          |
| 2       | Luz                      | 6 | Celdas MT              |
| 3       | Sensor de Humo           | 7 | Cuadro de distribución |
| 4       | Cuadro B de baja tensión | 8 | Transformador auxiliar |

- El transformador es de refrigeración tipo ONAN, por lo que se dispondrá de protecciones suficientes, tipo relé DGPT2 o sonda PT100, de manera que, en caso de detectar una dilatación excesiva del dieléctrico, un aumento de presión o un aumento de la temperatura cortarán la alimentación de los arrollamientos del transformador.
- En todos los casos, el transformador se ubicará sobre una fosa colectora capaz de contener la totalidad del fluido refrigerante en caso de vertido.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |



- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 en las proximidades de los transformadores, a una distancia máxima de 15 m.

Además de las anteriores medidas, enfocadas a las instalaciones de alta tensión, se contemplan otra serie de medidas encaminadas a evitar la propagación de un eventual incendio en el interior de la planta hacia las parcelas o espacios colindantes:

- El parque solar dispone de una zona de retranqueo entre las estructuras de los paneles solares y el vallado, de mínimo 8 metros. Esta zona, al igual que el resto del parque se mantendrá permanentemente desbrozada, mediante métodos mecánicos o animales, y libre de elementos combustibles, y actuará a modo de cortafuegos.
- Los viales de acceso tanto de entrada como en el interior de la planta tendrán suficiente capacidad para permitir el acceso a un camión de bomberos.
- Se dotará de extintores en el vallado perimetral en zonas estratégicas, dentro de cajas estancas, que garanticen un correcto estado de conservación de los mismos.
- Los elementos eléctricos son intrínsecamente seguros, los cuadros eléctricos de intemperie serán de protección IP65 o superior y estarán realizados con materiales auto extingüibles, no propagadores de llama, al igual que el cableado empleado.
- Todos los conductores eléctricos se contemplarán bajo el cumplimiento de la norma UNE-EN 60332-1, la cual indica que los conductores no contengan ningún compuesto propagador de llama, con la norma UNE-EN 60754, la cual indica que el conductor se encuentre libre de halógenos, la norma UNE-EN 61034, que indica que haya una baja emisión de humos y la UNE-EN 60754-2, que indica una baja emisión de gases corrosivos.
- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 o polvo en seco junto a los principales cuadros eléctricos.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

## 5 ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA INSTALACIÓN. SEGÚN RD 337/2014, DE 9 DE MAYO.

El RAT, recoge en la ITC-RAT 15 que, para las instalaciones exteriores de alta tensión, como es el caso que nos ocupa, se tomarán las medidas adecuadas para minimizar en el exterior de las instalaciones, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de la instalación, cuando dichas instalaciones de alta tensión se encuentren **próximas a edificios de otros usos**. El reglamento, remite al R.D. 1066/2001 para marcar los valores máximos admisibles de los campos electromagnéticos.

En el caso de la Planta Fotovoltaica Majuelo, no existen edificios de otros usos próximos que se puedan ver afectados por los campos electromagnéticos de las instalaciones de alta tensión, por lo que no se considera necesario la justificación de su cumplimiento.

Remitiéndonos al R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, queda recogido en su anexo II los límites de exposición que garantizan la adecuada protección de la salud del público en general. Siendo los límites establecidos de obligado cumplimiento en aquellas zonas en las que puedan permanecer habitualmente personas. En el anexo II del RD anterior se definen los siguientes conceptos:

### Restricciones básicas:

Las restricciones de la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, basadas directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas, reciben el nombre de “restricciones básicas”. Son por tanto los valores límite permitidos.

### Niveles de referencia:

Los niveles de referencia sirven a efectos prácticos como evaluación de la exposición, para determinar la probabilidad de que se sobrepasen las restricciones básicas. El cumplimiento del nivel de referencia garantizará el respeto de la restricción básica pertinente. Las magnitudes derivadas que se utilizarán como valores de referencia son la intensidad del campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H), la inducción magnética (B), la intensidad de potencia (S) la corriente en extremidades (I<sub>l</sub>).

Los niveles de referencia para el campo magnético a una frecuencia de 50 Hz, serán extraídos del cuadro 2 del apartado 3.1 del anexo II, que queda reflejado a continuación.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

| Gama de frecuencia | Intensidad de campo E (V/m) | Intensidad de campo H (A/m) | Campo B (μT)        | Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 0-1 Hz             |                             | $3,2 \times 10^4$           | $4 \times 10^4$     |                                                                    |
| 1-8 Hz             | 10.000                      | $3,2 \times 10^4/f^2$       | $4 \times 10^4/f^2$ |                                                                    |
| 8-25 Hz            | 10.000                      | $4.000/f$                   | $5.000/f$           |                                                                    |
| 0,025-0,8 kHz      | $250/f$                     | $4/f$                       | $5/f$               |                                                                    |
| 0,8-3 kHz          | $250/f$                     | 5                           | 6,25                |                                                                    |
| 3-150 kHz          | 87                          | 5                           | 6,25                |                                                                    |
| 0,15-1 MHz         | 87                          | $0,73/f$                    | $0,92/f$            |                                                                    |
| 1-10 MHz           | $87/f^{1/2}$                | $0,73/f$                    | $0,92/f$            |                                                                    |
| 10-400 MHz         | 28                          | 0,073                       | 0,092               | 2                                                                  |
| 400-2.000 MHz      | $1,375 f^{1/2}$             | $0,0037 f^{1/2}$            | $0,0046 f^{1/2}$    | $f/200$                                                            |
| 2-300 GHz          | 61                          | 0,16                        | 0,20                | 10                                                                 |

Para el campo magnético generado por una frecuencia de 50 Hz, los niveles de referencia serán:

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Intensidad de campo E (V/m) | 5   |
| Intensidad de campo H (A/m) | 80  |
| Flujo magnético B(μT)       | 100 |

A pesar de no ser requerido por el RAT, existe además normativa de prevención de riesgos laborales que recoge los valores límite permitidos en los puestos de trabajo. Concretamente el RD 299/2016.

Para el caso que nos ocupa, serían de aplicación los límites siguientes de emisión:

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Intensidad de campo E (V/m) | 10  |
| Flujo magnético B(μT)       | 500 |

El artículo 6.2 del RD 299/2016, hace referencia a que la evaluación de riesgos se realizará conforme a lo indicado en la Guía técnica de la Comisión Europea. Esta guía, excluye de la necesidad de realizar una evaluación de CEM a los siguientes lugares de trabajo:

Distribución y transmisión de electricidad (50 Hz):

1. Exposición a campo magnético:
  - Todo conductor aéreo desnudo de cualquier tensión nominal.
  - Toda instalación eléctrica (incluidos cableado, aparamenta, transformadores...), cuya intensidad de fase nominal sea  $\leq 100$  A.
  - Todo circuito eléctrico (incluidos cableado, aparamenta, transformadores...), donde conductores estén próximos entre sí y cuya intensidad neta sea  $\leq 100$  A.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

- Todo circuito eléctrico dentro de una instalación (incluido cableado, aparamenta, transformadores...), cuya intensidad de fase nominal sea  $\leq 100$  A para cada circuito.
2. Exposición a campo eléctrico:
- Todo conductor aéreo desnudo con una tensión nominal  $\leq 100$  kV.
  - Toda línea aérea por encima del lugar de trabajo con una tensión nominal  $\leq 150$  kV.
  - Todo circuito de cable subterráneo o aislado, de cualquier tensión nominal.
3. Trabajos en generadores y generadores de emergencia.
4. Inversores, incluidos los sistemas fotovoltaicos.

Quedarían por tanto excluidas del alcance de la evaluación de riesgos según el RD 299/2016 todas las instalaciones de alta tensión de la planta fotovoltaica.

Por todo lo anterior, se considera que no es necesario justificar el cumplimiento de los límites anteriormente citados para el caso de las instalaciones de alta tensión de la planta fotovoltaica Majuelo.

En cualquier caso, a continuación, se realiza un cálculo teórico de emisiones en los puntos críticos que pueden aparecer en la instalación.

## 5.1 Cálculo del flujo magnético en la instalación

### 5.1.1 Campo magnético generado por los conductores

El método de cálculo consiste en un cálculo del campo magnético generado por cada fase en el punto de medida.

La expresión empleada para calcular el campo magnético según Biot-Savart viene dada por:

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2 * \pi * D} [T]$$

Donde:

B = Inducción magnética [T]

$\mu_0$  = Permeabilidad magnética del aire (considerada como la del vacío) =  $4 * \pi * 10^{-7} [N/A^2]$

I = Corriente que circula por el conductor [A]

D = Distancia entre el punto de medida “P” y el conductor [m]

Sustituyendo el valor de permeabilidad magnética y tomando como unidad de referencia el microTesla ( $\mu T$ ) la expresión resulta de la siguiente manera:

$$B = \frac{2 * 10^2 * I}{D} [\mu T]$$

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

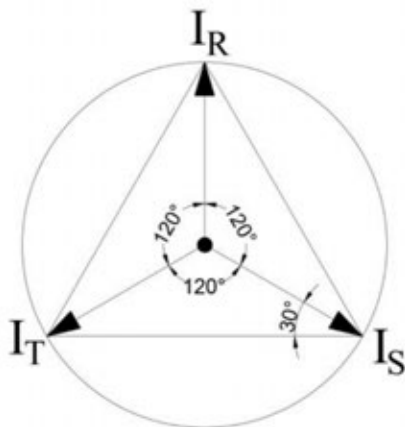
Donde:

I = Corriente que circula por el conductor [A]

D = Distancia entre el punto de medida “P” y el conductor [mm]

La siguiente consideración a tener en cuenta es el hecho de que la corriente sea trifásica. El sistema trifásico es el empleado para el transporte y distribución de energía eléctrica a escala global, y este implica que existan tres fases, cuyas magnitudes eléctricas están desfasadas entre sí.

Las magnitudes eléctricas de un sistema trifásico están desfasadas entre sí. En concreto, este desfase entre las magnitudes de cada fase será de  $120^\circ$  en un sistema perfectamente equilibrado, que es el caso que nos ocupa. Este hecho afecta de manera notable a la hora de contabilizar los campos magnéticos que se generan, ya que las corrientes de las fases están relacionadas las unas con las otras. En la figura siguiente, puede advertirse el desfase entre las corrientes de las tres fases pertenecientes a un circuito trifásico equilibrado, de notación R, S y T.



Si tenemos en cuenta la componente de las fases S y T en la dirección de R, observamos que el ángulo que las relaciona tiene un valor de  $30^\circ$ . Entonces, en un sistema equilibrado llegamos a la conclusión de que:

$$I_S = I_T = -I_R * \text{sen}(30^\circ) = \frac{-I_R}{2}$$

Aplicando lo anterior al campo magnético generado por cada fase, tendremos:

$$B_R = \frac{2 * 10^2 * I_R}{D_{PR}} [\mu T]$$

$$B_S = \frac{2 * 10^2 * I_S}{D_{PS}} = -\frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} [\mu T]$$

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

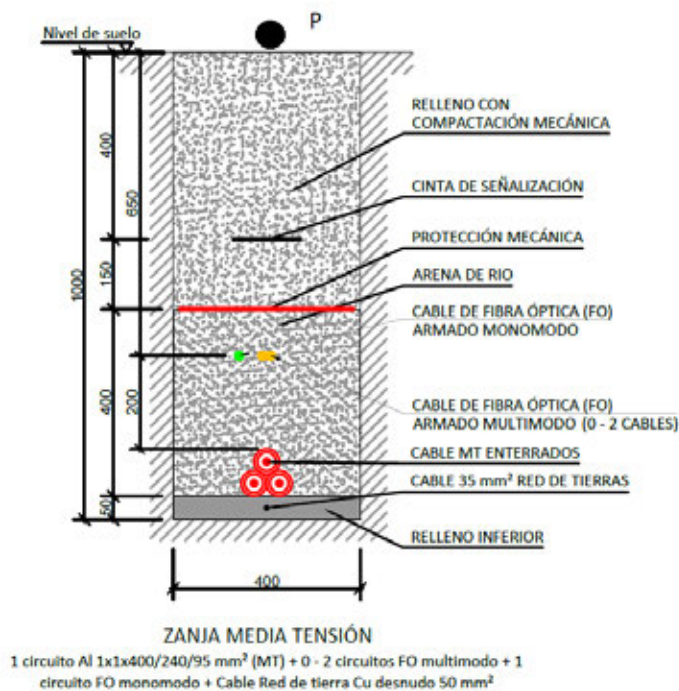
$$B_T = \frac{2 * 10^2 * I_T}{D_{PT}} = - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} [\mu T]$$

El campo magnético total en un punto P será el resultado de la suma de los campos magnéticos de cada una de las fases en ese punto y vendrá dado por la expresión:

$$B_{Total} = B_R + B_S + B_T = \frac{2 * 10^2 * I_R}{D_{PR}} - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}}$$

### 5.1.2 Campo magnético generado por los conductores subterráneos

En la imagen siguiente se representa la zanja tipo de media tensión empleada en el proyecto de la planta fotovoltaica Majuelo:



Para un punto P situado a una distancia aproximada de 1 m de los conductores y dada la proximidad que existe entre conductores, se puede suponer que:

$$D_{PR} \approx D_{PS} \approx D_{PT}$$

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

En base a la expresión anterior del campo magnético total generado, se puede considerar que los campos generados por las tres fases se anulan, siendo el campo electromagnético en P despreciable.

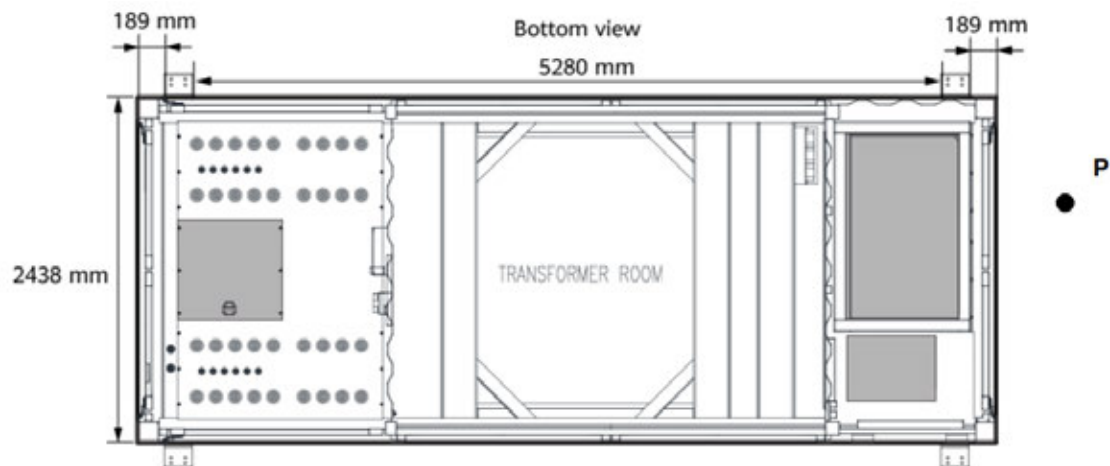
En la tabla siguiente se representan los valores de campo magnético calculados para las líneas de media tensión en el tramo de entrada a la subestación, en el que el valor de la intensidad será mayor y por tanto la más desfavorable en cuanto a la emisión de campo electromagnético:

| FASE  | I (A)  | D <sub>p</sub> (mm) | B (μT) |
|-------|--------|---------------------|--------|
| R     | 134,99 | 945,2               | 28,54  |
| S     | 134,99 | 980,2               | 13,77  |
| T     | 134,99 | 980,2               | 13,77  |
| TOTAL |        |                     | 1      |

Como se puede observar, el valor del flujo magnético total generado por la suma de los flujos magnéticos de las tres fases sobre el punto P, da un valor prácticamente nulo.

### 5.1.3 Campo magnético generado por los conductores en los puentes del transformador

El caso más desfavorable será en los puentes del transformador a la salida hacia las celdas de media tensión.



Considerando los conductores al aire y separados una distancia máxima de 300 mm entre sí, situados en el mismo plano y contando con que la intensidad que circula por cada fase será de 67,49 A, el campo magnético generado por la suma de las tres fases en un punto situado en la zona más próxima que podría ocupar un trabajador que realiza tareas de mantenimiento (aproximadamente a 2 m) será el siguiente.

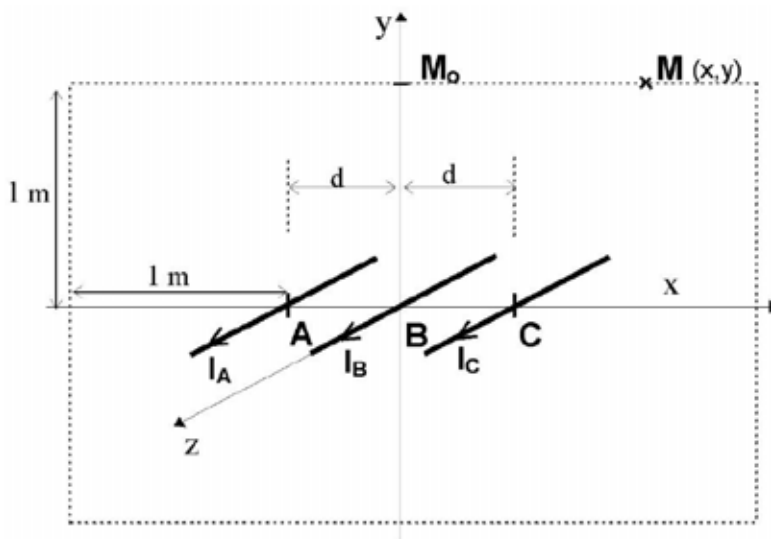
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

| FASE  | I (A) | D <sub>p</sub> (mm) | B (μT) |
|-------|-------|---------------------|--------|
| R     | 67,49 | 2000                | 6,75   |
| S     | 67,49 | 2022                | 3,34   |
| T     | 67,49 | 2022                | 3,34   |
| TOTAL |       |                     | 0,073  |

#### 5.1.4 Campo magnético generado por las conexiones a las bornas del transformador

La norma UNE 207012-001 plantea un sistema de cálculo del campo magnético alrededor de transformadores a frecuencia industrial.

El documento citado comienza haciendo hincapié en las relaciones entre corrientes trifásicas y para comenzar con el cálculo parte de establecer tres barras separadas entre sí una distancia “d”, perpendiculares a un plano, en este caso el “xy”. Ahora bien, igual que en nuestras consideraciones, crea un rectángulo de un metro alrededor de las tres barras de tal manera que cualquier punto de medida está contenido en él.



Así, para el punto genérico de medida M (x, y), establece que el campo magnético tiene un valor:

$$\frac{B_{Tot}}{2 * 10^{-7} * I} = \left[ \left( \frac{y * \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})}{(x + d)^2 + y^2} + \frac{y * \sin(\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{y * \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})}{(x - d)^2 + y^2} \right)^2 + \left( \frac{(x + d) * \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})}{(x + d)^2 + y^2} + \frac{x * \sin(\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{(x - d) * \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})}{(x - d)^2 + y^2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} [T]$$

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

Donde:

x, y = Valor de las coordenadas del punto M [m]

$\omega$  = Frecuencia de la red [rads]

t = Tiempo [s]

I = Valor eficaz de la corriente que circula por cada barra [A]

d = Distancia entre barras [m]

Sin embargo, considerando todo el conjunto de puntos perteneciente al rectángulo y barras con longitud infinita, se obtiene una expresión en el punto M<sub>0</sub> de la imagen anterior mucho más manejable:

$$B_{Tot-Max} = 2 * 10^{-7} * I * \left( \frac{\sqrt{3} * d}{1 + d^2} \right) [T]$$

En el caso de que las barras tuviesen una longitud determinada, solo habría que introducir un factor de compensación en la expresión anterior tal que:

$$B_{Tot-Max} = 2 * 10^{-7} * I * \left( \frac{\sqrt{3} * d}{1 + d^2} \right) * \text{sen}(\alpha) [T]$$

Donde  $\alpha$  se define como el ángulo tomado desde el punto de medida entre el centro de la barra y su extremo.

Para un ángulo  $\alpha$  de 45° el campo magnético en bornes del transformador será de 4,55  $\mu$ T.

Se puede concluir, que a pesar de no ser aplicables los valores límite de emisión de campo electro magnético, por encontrarse la planta en una zona alejada de cualquier edificio de otros usos, las emisiones no llegarían a alcanzar los valores límite establecidos.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

## 6 VENTILACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL APARTADO 4.4 DE LA ITC RAT 14.

En el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF<sub>6</sub>, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas. Se evitará que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público.

En los locales con instalaciones aisladas por SF<sub>6</sub> y situados por encima del suelo generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local. Para el diseño de la ventilación natural, aproximadamente la mitad de las aberturas de ventilación, vistas en un plano de sección, deben estar situadas cerca del suelo. En caso de que las aberturas no puedan disponerse cerca del suelo será necesaria una ventilación forzada.

Los locales con instalaciones aisladas con SF<sub>6</sub> y situadas por debajo del suelo deben tener ventilación forzada si la cantidad de gas que pueda acumularse puede llegar a poner en riesgo la salud y seguridad de las personas. La ventilación forzada puede omitirse siempre que el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de la habitación. A efectos del cálculo del volumen total de gas SF<sub>6</sub> a la temperatura y presión normales, debe tenerse en cuenta el volumen de gas de las botellas de SF<sub>6</sub> en caso de que estén conectadas permanentemente para la recarga automática del compartimento.

Los locales con instalaciones aisladas en SF<sub>6</sub> situadas bajo el suelo requieren ventilación forzada si la cantidad de gas que puede acumularse puede llegar a ser peligrosa para las personas. En concreto, si el volumen de gas del compartimento de gas más grande no excede, a presión atmosférica, del 10% del volumen de la habitación no será necesaria una ventilación forzada. Para calcular este volumen se debe multiplicar el volumen del compartimento mayor por la relación de presiones (presión absoluta interna en el compartimento entre presión atmosférica), para así tener en cuenta la expansión del gas a temperatura constante en caso de fuga de gas en uno de los compartimentos. Para estar del lado de la seguridad se hará el cálculo suponiendo que el compartimento que fuga es el que tiene mayor volumen de gas.

Las zonas bajas, por debajo de las instalaciones aisladas con SF<sub>6</sub> y muy próximas a ellas, pueden acumular escapes de este gas, independientemente de que la instalación de alta tensión se encuentre por encima o por debajo de la cota cero. Ejemplo de estas zonas son locales que albergan bombas, fosos y grandes arquetas visitables. Para evitar la acumulación del gas puede ser necesario disponer en estas zonas de ventilación forzada, aunque esta ventilación no será necesaria cuando el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de estas zonas.

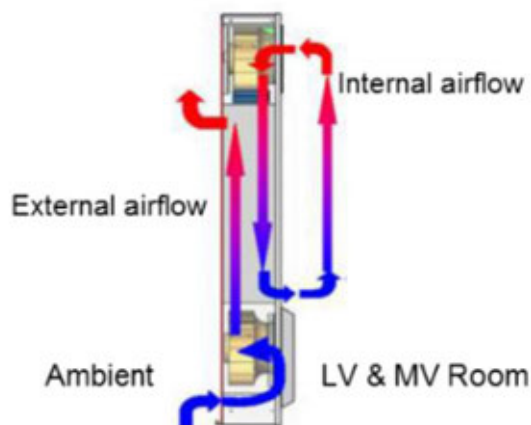
En instalaciones que se encuentren a cota cero o por encima de dicha cota, como por ejemplo los centros de transformación prefabricados o ubicados en edificios de otros usos, las condiciones de ventilación son más favorables que en las instalaciones subterráneas por lo que casi nunca es necesaria la ventilación forzada. En todo caso, si se cumple la misma regla anterior, es decir, si el volumen de gas del compartimento de gas más grande no excede, a presión atmosférica, del 10% del volumen de la habitación no será necesaria la ventilación forzada, ya que volúmenes inferiores al 10% no resultan peligrosos para la seguridad y salud de las personas.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

Otro caso singular de instalaciones que se pueden encontrar en cota cero o por encima de dicha cota lo constituyen los centros de seccionamiento y de reparto, que son instalaciones de alta tensión de tercera categoría con apartamento de maniobra, pero que no incluyen transformador de distribución. En este tipo de centros requiere de una ventilación mínima, ya que no existen pérdidas de potencia apreciables al no existir transformador de distribución, por lo que no son necesarias rejillas de ventilación, siendo generalmente suficiente la ventilación por conducción o a través del cerramiento del centro. A estos centros de seccionamiento o reparto, que contengan equipos con SF6 les resulta también de aplicación la mencionada regla del 10% de volumen de gas para evitar la necesidad de una ventilación forzada. Si esa condición de volumen no se cumple, deberá dotarse al local de ventilación natural o forzada independiente de su situación, por encima del suelo o por debajo de él.

Los centros de transformación del proyecto se instalan por encima de la cota cero. El sistema de ventilación adoptado es una solución por convección forzada. El aire del interior del centro de transformación será enfriado en un intercambiador de calor con el aire procedente del exterior. De este modo, se evitará la entrada de aire procedente del exterior hacia el interior del centro de transformación. La cabina de baja tensión del centro de transformación estará equipada con dos intercambiadores, y otro intercambiador de calor para la cabina de MT en ambos casos.

En la imagen siguiente se puede ver el principio de funcionamiento del sistema de ventilación de los centros:



Para reducir las altas temperaturas, se ha previsto una capa de aislamiento térmico en el techo del centro de transformación.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

## 7 CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO SEGÚN RD 337/2014 DE 9 DE MAYO

El RAT, establece en la instrucción ITC-RAT-15, apartado 3.16, que, para las instalaciones eléctricas de exterior, con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones, éstas se dimensionarán y se diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el R. D. 1367/2007, de 19 de octubre.

Para el caso que nos ocupa, las instalaciones generadoras de ruido serán los transformadores que se encuentran en las centrales de potencia. Por tanto, el objeto de este apartado será justificar que los niveles de ruido emitidos por los transformadores de las centrales de potencia en el exterior de la planta se ajustan a los niveles requeridos.

Del artículo 14 del R. D. 1367/2007, se desprende que el objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas y en campo abierto será mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A del anexo II, disminuido en 5 dB.

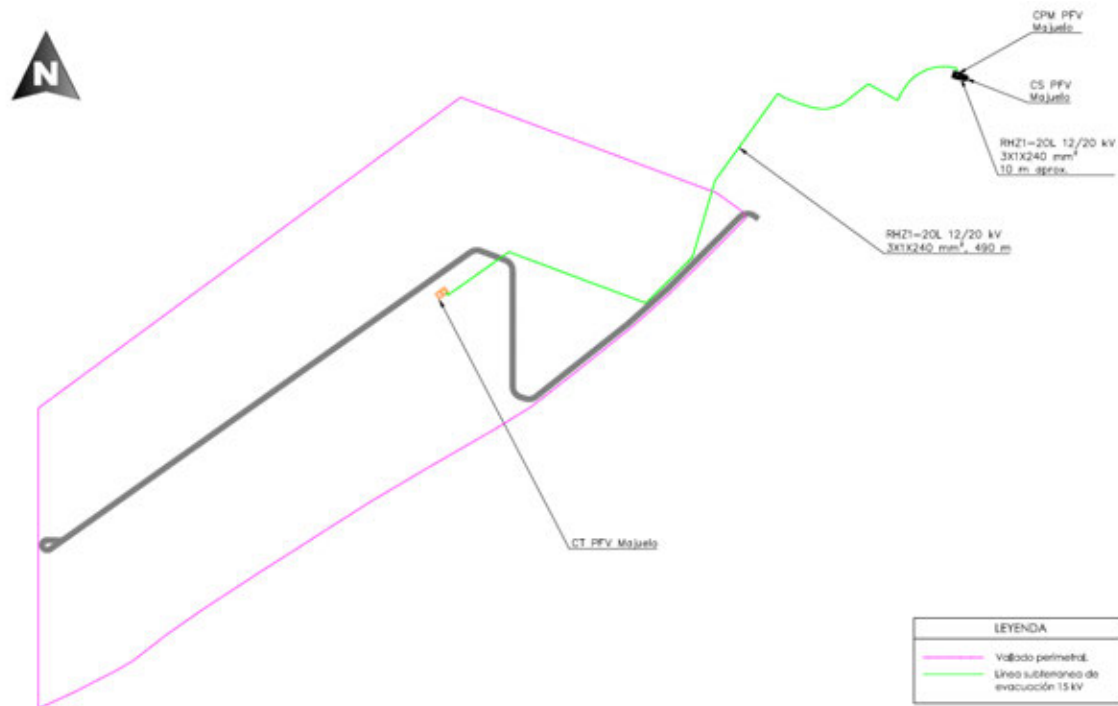
| Tipo de área acústica |                                                                                                                                                             | Índices de ruido |                |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------|
|                       |                                                                                                                                                             | L <sub>d</sub>   | L <sub>e</sub> | L <sub>n</sub> |
| e                     | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica. | 60               | 60             | 50             |
| a                     | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.                                                                                         | 65               | 65             | 55             |
| d                     | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).                                                            | 70               | 70             | 65             |
| c                     | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.                                                                        | 73               | 73             | 63             |
| b                     | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.                                                                                          | 75               | 75             | 65             |
| f                     | Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)              | (2)              | (2)            | (2)            |

Dado que este R.D. está enfocado a la protección de la población frente a las emisiones de ruido, se centra en áreas en las que se desarrolla la actividad humana. Esta tabla recoge los índices de ruido para áreas que nada tienen que ver con el área en que se encuentra la planta, ya que se trata de una zona rural sin edificaciones próximas.

Por el entorno en que se desarrollará la planta, el predominio podría asemejarse a un uso industrial o uso primario, se tomará como valor de referencia 65 dB, que reducido en 5 dB supondrá un valor límite para el índice de ruido de 60 dB.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

La ubicación de los centros de transformación queda detallada en el plano de planta del proyecto de ejecución:



La planta incluye un único centro de transformación. El transformador se encuentra a 98 m del exterior de la planta.

Nivel de ruido emitido por los transformadores.

El fabricante establece unos requerimientos de instalación del transformador en los que se recoge que se debe garantizar una distancia mínima de 50 m desde el transformador hasta la zona residencial más cercana para evitar llegar a niveles de contaminación acústica.

Los 98 m que separan el centro de transformación del exterior de la planta, evitan que se puedan superar los niveles mínimos de ruido establecidos de 60 dB.

Como conclusión, dado que el valor de inmisión que habría que cumplir es de 60 dB, y según los datos del fabricante, el valor de ruido en el exterior sería de 46 dB, se puede afirmar que se cumple con la limitación de ruido.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

## 8 PLANO DE PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA.

Con este Anexo se adjunta el plano nº 10. Red de tierras y detalles.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>MEMORIA</b></p>                                                                                                                                 |

## 9 CONCLUSIONES

Con lo expuesto en la memoria y con los planos y documentos adjuntos, se consideran suficientemente descritas las instalaciones para las que se pretende el objeto que se describe en el apartado 2 de este documento.

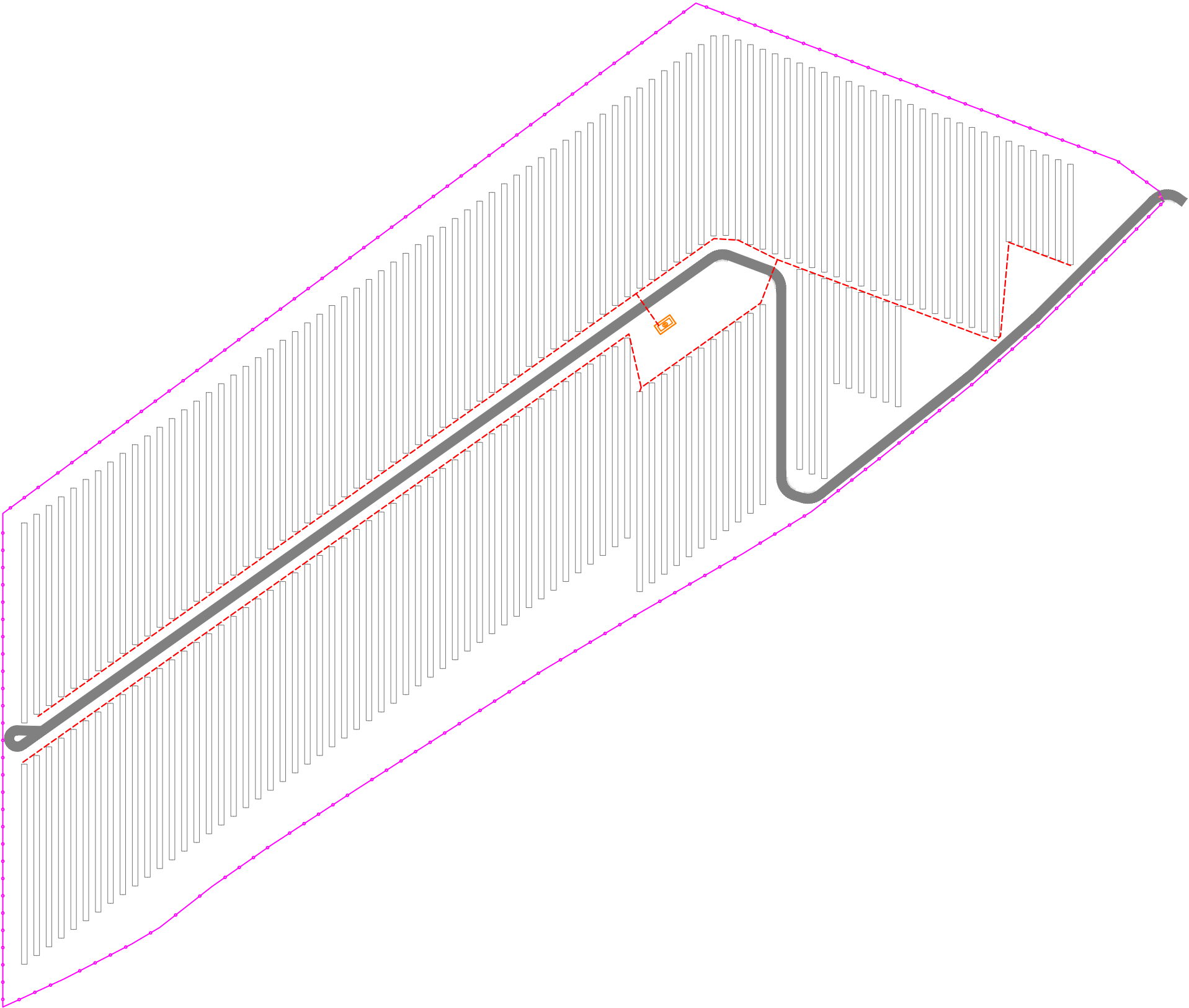
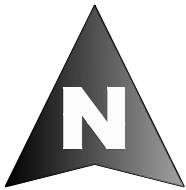
Murcia, febrero de 2023  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.

XXXXXX XXXXX XXXXX  
XXXXXX Colegiado nº XXXXX  
SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.

# PLANOS

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN<br/>PLANTA FOTOVOLTAICA “MAJUELO”<br/>DE 5 MW DE POTENCIA<br/>TT.MM. VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)</p> |
| <p>Febrero 2023</p>                                                               | <p style="text-align: center;"><b>PLANOS</b></p>                                                                                                                                  |

| PLANO<br>NÚMERO | DENOMINACIÓN               | Nº PLANOS |
|-----------------|----------------------------|-----------|
| 10              | Red de Tierras y Detalles. | 3         |

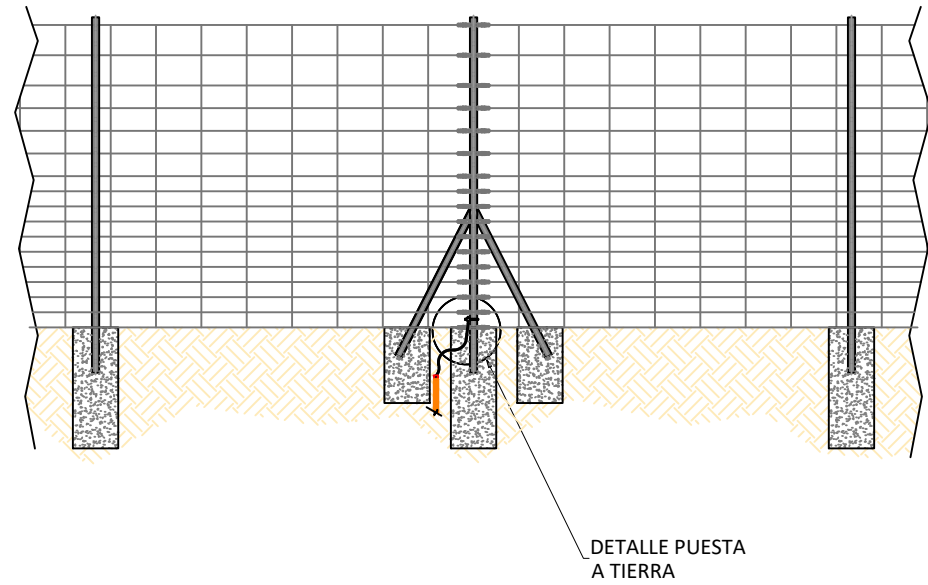


Vallado perimetral.

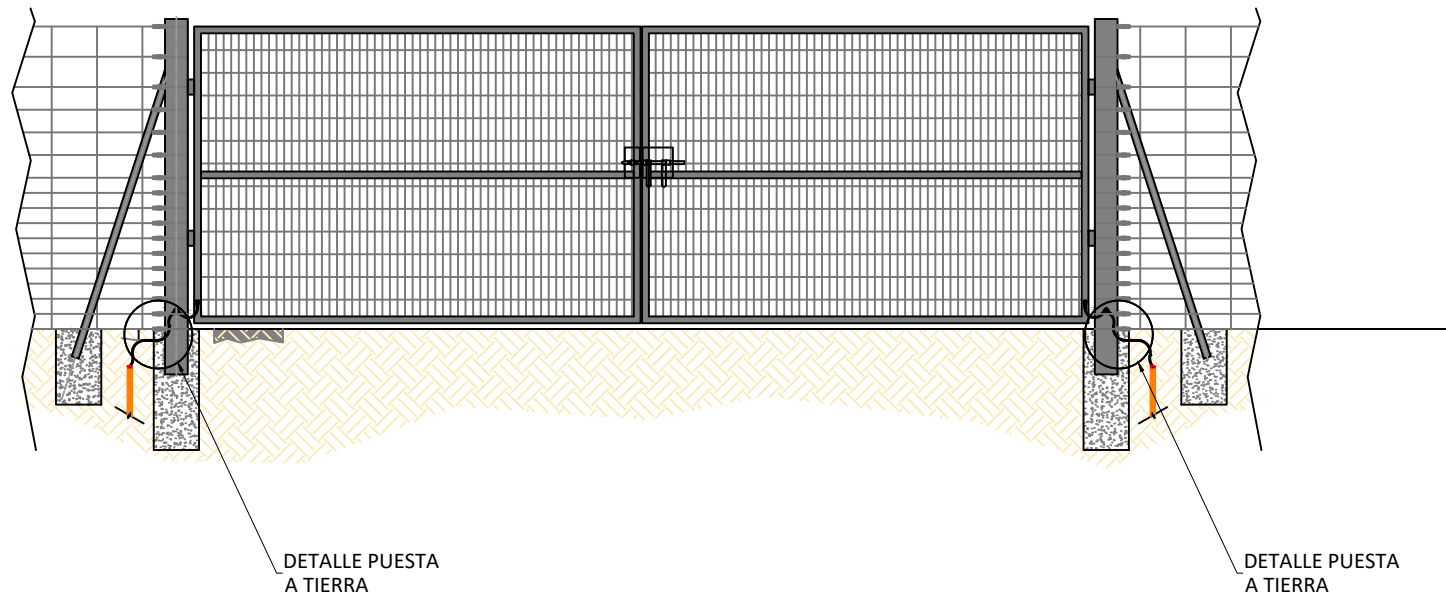
Red de tierras.

|                   |      |              |            |          |            |          |                                                                                       |                   |                                                         |  |  |
|-------------------|------|--------------|------------|----------|------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|--|--|
| XXXXX XXXXX XXXXX |      |              |            |          |            |          | A3                                                                                    | ESCALA<br>1/2.000 | DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV. MAJUELO. |  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |                                                                                       |                   | TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS.                       |  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |                                                                                       |                   | PLANTA FOTOVOLTAICA<br>MAJUELO                          |  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |                                                                                       |                   | TT.MM.: VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)      |  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |                                                                                       |                   | Nº: 1 DE 3                                              |  |  |
| Colegiado Nº      | 00   | Febrero 2023 |            |          |            |          |  |                   |                                                         |  |  |
|                   | Rev. | Fecha        | Proyectado | Dibujado | Comprobado | Aprobado |                                                                                       |                   | PLANO N. 10                                             |  |  |

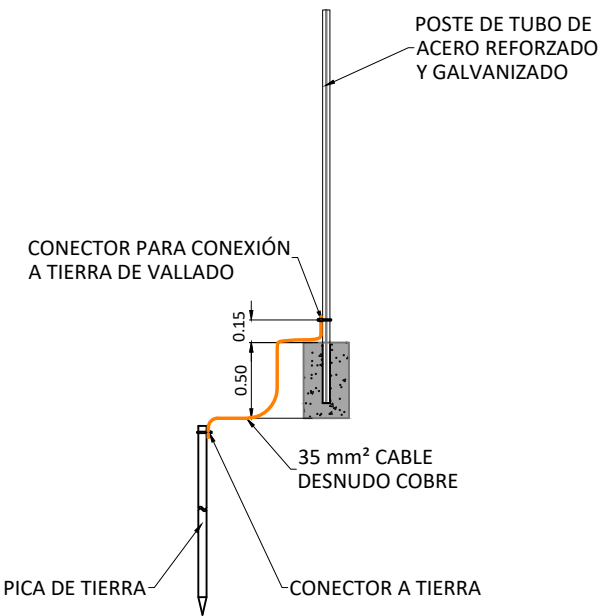
DETALLE DE PUESTA A TIERRA POSTE VALLADO



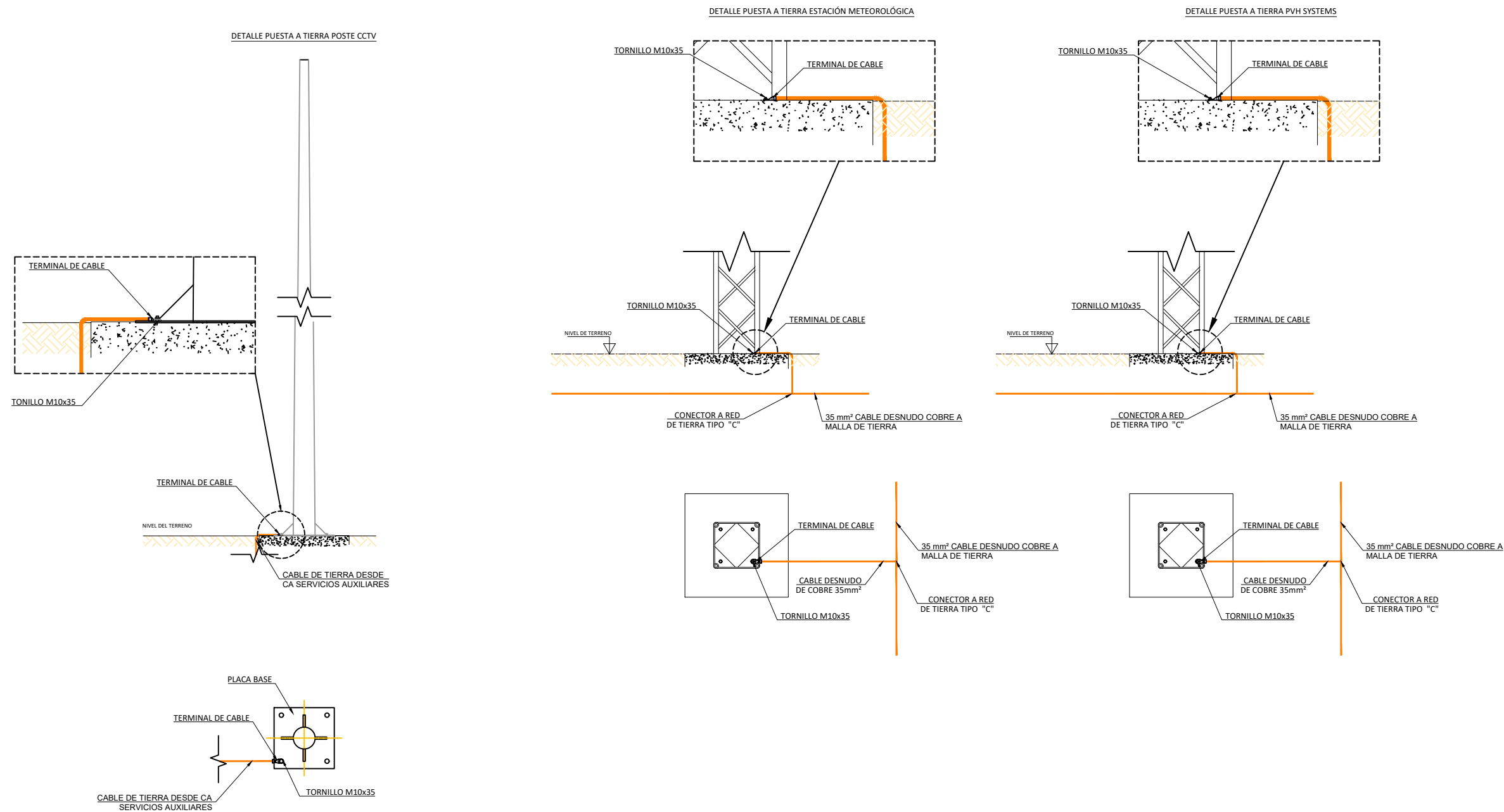
DETALLE PUESTA A TIERRA PUERTA ACCESO



DETALLE DE PUESTA A TIERRA  
(CONEXIÓN A TIERRA DE POSTE DE VALLADO PERIMETRAL)



|                   |      |              |            |          |            |          |    |                |                                                         |  |  |
|-------------------|------|--------------|------------|----------|------------|----------|----|----------------|---------------------------------------------------------|--|--|
| XXXXX XXXXX XXXXX |      |              |            |          |            |          | A3 | ESCALA<br>1/50 | DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV. MAJUELO. |  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |    |                | TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS. DETALLES.             |  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |    |                | PLANTA FOTOVOLTAICA<br>MAJUELO                          |  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |    |                | TT.MM.: VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID)      |  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |    |                | Nº: 2 DE 3                                              |  |  |
| Colegiado Nº      | 00   | Febrero 2023 |            |          |            |          |    |                |                                                         |  |  |
|                   | Rev. | Fecha        | Proyectado | Dibujado | Comprobado | Aprobado |    |                | PLANO N. 10                                             |  |  |



|                   |      |              |            |          |            |          |                                                                                       |                                                    |                                                         |             |  |
|-------------------|------|--------------|------------|----------|------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|--|
| XXXXX XXXXX XXXXX |      |              |            |          |            |          | A3                                                                                    | ESCALA<br>1/50                                     | DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV. MAJUELO. |             |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |                                                                                       |                                                    | TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS. DETALLES.             |             |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |  | PLANTA FOTOVOLTAICA<br>MAJUELO                     |                                                         | Nº: 3 DE 3  |  |
|                   |      |              |            |          |            |          |                                                                                       | TT.MM.: VALDEMORO Y SAN MARTÍN DE LA VEGA (MADRID) |                                                         | PLANO N. 10 |  |
|                   | 00   | Febrero 2023 |            |          |            |          |                                                                                       |                                                    |                                                         |             |  |
|                   | Rev. | Fecha        | Proyectado | Dibujado | Comprobado | Aprobado |                                                                                       |                                                    |                                                         |             |  |