



## SEPARATA DIRIGIDA A I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U

Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de  
Maniobra Ventajud 66 kV, Torre de Medición y Centro de  
Seccionamiento 20 kV  
Monreal (Navarra)

**Peticionario:** Enigma Green Power 4, S.L

**Ingeniería:** Astrom Technical Advisors, S.L. (ATA)

**Versión:** v00

**Fecha:** Agosto 2023

Astrom Technical Advisors, S.L.  
C/ Serrano 8, 3º Izqda. 28001 Madrid  
Teléfono: +34 902 678 511  
info@ata.email - www.atarenewables.com



---

## Documentos del Proyecto

### 01. Memoria Descriptiva

- Anexo I. Cronograma de Ejecución

### 02. Presupuesto

### 03. Planos



Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra  
Ventajud 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV  
Monreal (Navarra)



---

# **DOCUMENTO 01: MEMORIA DESCRIPTIVA**



# Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b> .....                             | <b>4</b>  |
| 1.1. OBJETO.....   | 4         |
| 1.2. ANTECEDENTES .....  | 5         |
| 1.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD .....                                   | 5         |
| 1.4. TITULAR - PROMOTOR.....   | 6         |
| <b>2. LEGISLACIÓN APLICABLE</b> .....                                    | <b>7</b>  |
| 2.1. NORMATIVA LOCAL.....  | 7         |
| 2.2. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA.....   | 7         |
| 2.3. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN .....                                 | 7         |
| 2.4. INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN .....                                 | 8         |
| 2.5. ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL .....                                      | 8         |
| 2.6. SEGURIDAD Y SALUD .....   | 8         |
| 2.7. MEDIO AMBIENTE .....  | 9         |
| 2.8. NORMAS UNE APLICABLES .....   | 10        |
| <b>3. CENTRO DE SECCIONAMIENTO</b> .....                                 | <b>14</b> |
| 3.1. CONFIGURACIÓN .....   | 14        |
| 3.2. POSICIONES.....   | 14        |
| 3.3. CELDA DE 20 KV.....   | 15        |
| 3.4. PUESTA A TIERRA .....   | 15        |
| <b>4. SET ELEVADORA 66/20 KV</b> .....                                   | <b>17</b> |
| 4.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....                                     | 17        |
| 4.2. ACCESO A LA SET ELEVADORA .....                                     | 18        |
| 4.3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA SUBESTACIÓN .....                         | 20        |
| 4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN ..... | 38        |
| <b>5. SE MANIOBRA 66 KV</b> .....  | <b>42</b> |
| 5.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....                                     | 42        |
| 5.2. ACCESO A LA SET DE MANIOBRA .....                                   | 43        |



|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 5.3.       | DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA SUBESTACIÓN .....                         | 45         |
| 5.4.       | DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN ..... | 59         |
| <b>6.</b>  | <b>LAAT 66 KV Y LSMT 20 KV.....</b>                                 | <b>63</b>  |
| 6.1.       | INTRODUCCIÓN .....  | 63         |
| 6.2.       | TRAZADO .....   | 66         |
| 6.3.       | AFECCIONES .....  | 68         |
| 6.4.       | AFECCIONES .....  | 69         |
| <b>7.</b>  | <b>DESCRIPCIÓN GENERAL LAAT 66 KV SIMPLE CIRCUITO .....</b>         | <b>69</b>  |
| 7.1.       | CARACTERÍSTICAS GENERALES .....                                     | 69         |
| 7.2.       | CRITERIOS DE DISEÑO.....  | 70         |
| <b>8.</b>  | <b>DESCRIPCIÓN GENERAL LAAT 66 KV DOBLE CIRCUITO .....</b>          | <b>94</b>  |
| 8.1.       | CARACTERÍSTICAS GENERALES .....                                     | 94         |
| 8.2.       | CRITERIOS DE DISEÑO.....  | 94         |
| <b>9.</b>  | <b>DESCRIPCIÓN GENERAL LSMT 20 KV .....</b>                         | <b>118</b> |
| 9.1.       | CARACTERÍSTICAS GENERALES .....                                     | 118        |
| 9.2.       | CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....                             | 118        |
| 9.3.       | DISTANCIAS REGLAMENTARIAS A AFECCIONES.....                         | 122        |
| <b>10.</b> | <b>TORRE DE MEDICION Y LSBT .....</b>                               | <b>128</b> |
| 10.1.      | INTRODUCCIÓN .....  | 128        |
| 10.2.      | TRAZADO .....   | 129        |
| <b>11.</b> | <b>TORRE DE MEDICION .....</b>                                      | <b>130</b> |
| 11.1.      | EMPLAZAMIENTO .....   | 130        |
| 11.2.      | TORRE DE MEDICIÓN .....   | 131        |
| 11.3.      | ZANJAS .....  | 131        |
| 11.4.      | PLANO DE LA TORRE DE MEDICIÓN.....                                  | 132        |
| <b>12.</b> | <b>PETICIÓN A LA ADMINISTRACIÓN COMPETENTE .....</b>                | <b>133</b> |



# 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

## 1.1. Objeto

El objeto del presente documento, que se redacta conforme a las Leyes vigentes, es informar a **I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U** de las actuaciones previstas en la ejecución del Proyecto formado por la **Línea subterránea 20 kV, línea aérea 66 kV, Subestación Elevadora 66/20 kV, Subestación Maniobra 66 kV, torre de medición y centro de seccionamiento 20 kV**, para que manifieste su oposición o reparos al trámite de Autorización Administrativa, en lo que respecta a la afección que las actuaciones reflejadas en el Proyecto Básico puedan tener sobre el planeamiento vigente.

Las Infraestructuras de Evacuación se proyectan en diferentes parcelas pertenecientes al municipio de Monreal (Navarra).

Las Infraestructuras de Evacuación se proyectan en diferentes parcelas pertenecientes al municipio de Monreal (Navarra).

Las infraestructuras eléctricas objeto del presente proyecto estarán formadas por:

- Centro de seccionamiento. Se realizará nuevo centro de seccionamiento prefabricado de 20 kV para disponer de las celdas necesarias para la evacuación de los parques eólicos “Ballinger 10”, “Ballestrinque 10” y “As de Guía 10”, de 20 kV, no objeto del presente proyecto.
- Línea Subterránea 20 kV: Estará compuesta por un circuito de 400 mm<sup>2</sup>. Este tramo será bajo tubo. El recorrido de este tramo será desde el centro de seccionamiento de 20 kV hasta la SE Elevadora 66/20 kV. Evacuará la energía producida en los parques eólicos “Ballinger 10”, “Ballestrinque 10” y “As de Guía 10”, de 20 kV
- SE Elevadora 66/20 kV donde entrará la energía de la línea subterránea del punto anterior en 20 kV y se elevará la tensión a 66 kV.
- Línea Aérea 66 kV, que sale de la SE Elevadora 66/20 kV hasta la SE Maniobra 66 kV.
- SE Maniobra 66 kV, a la que llega la línea aérea de 66 kV (mencionada en el punto anterior), junto a una línea de 66 kV (perteneciente a otro promotor). Será cedida a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes.
- Línea aérea 66 kV doble circuito, que realizará entrada y salida en el apoyo 545 de la línea 58-COROVILLA-SANGUESA. Será cedida a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes.
- Línea subterránea de baja tensión 0,4 kV, que alimentará la torre de medición desde el centro de seccionamiento.
- Torre de medición, que realizará las mediciones de velocidad del viento a varios niveles de altura diferentes.



La energía generada por los parques eólicos “Ballinger 10”, “Ballestrinque 10” y “As de Guía 10” se evacuará, a través de una línea subterránea de media tensión (una línea subterránea por parque eólico), al **centro de seccionamiento de 20 kV (objeto del presente proyecto)**, desde aquí saldrá una línea subterránea de media tensión hasta la **SE Elevadora 66/20 kV (objeto del presente proyecto)**. Desde la SE Elevadora 66/20 kV, saldrá una línea aérea, en simple circuito de 66 kV hasta **SE Maniobra 66 kV (propiedad de I-Distribución) (objeto del presente proyecto)**. Desde la SE Maniobra 66 kV, saldrá una línea aérea de alta tensión de 66 kV, en doble circuito, hasta el apoyo 545 de la línea 58-CORDOVILLA-SANGUESA, donde se realizará en punto de conexión. Esta última línea aérea, se cederá a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes. Desde el **centro de seccionamiento de 20 kV (objeto del presente proyecto)** saldrá una línea subterránea de baja tensión de 0,4 kV para alimentar a la **torre de medición (objeto del presente proyecto)**.

La consecución de estos objetivos implicará la utilización de equipos y materiales de alta calidad que, además, permitan garantizar en todo momento la seguridad tanto de las personas como de la propia red y los restantes sistemas que están conectados a ella.

## 1.2. Antecedentes

La cada vez más extendida preocupación por la degradación medioambiental, así como la conveniencia de reducir la dependencia energética de fuentes de energía no renovables, han sido dos de los factores clave en la investigación y el desarrollo de fuentes de energía alternativas que puedan aportar mejores soluciones técnicas y económicas a ambas cuestiones.

Actualmente, el sector de las energías renovables se está desarrollando a un ritmo muy superior al que los expertos más optimistas habían estimado, jugando la energía eólica un papel fundamental gracias a su alto grado de desarrollo y su disminución progresiva de costes.

En este contexto, el promotor de la instalación (Enigma Green Power 4, S.L) solicitó a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes acceso a la red de transporte en el apoyo 545 de la línea 58-CORDOVILLA-SANGUESA.

## 1.3. Descripción de la Actividad

La actividad que se llevará a cabo en la zona es la transmisión de la energía eléctrica producida por parques eólicos al sistema eléctrico español, la cual se basa en la transformación a partir del viento que se produce en emplazamientos en tierra a energía eléctrica.

La construcción de estas infraestructuras de evacuación de energía se justifica en conectar la energía producida en los parques eólicos del entorno, para así poder conseguir los objetivos y logros propios de una política energética medioambiental sostenible. Estos objetivos se apoyan en los siguientes principios fundamentales:



- Reducir la dependencia energética.
- Aprovechar los recursos en energías renovables.
- Diversificar las fuentes de suministro incorporando los menos contaminantes.
- Reducir las tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
- Facilitar el cumplimiento del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC).

## 1.4. Titular - Promotor

El Titular y a la vez Promotor de la instalación objeto del presente Proyecto es la mercantil Enigma Green Power 4, S.L, cuyos datos a efectos de notificación se citan a continuación:

- Nombre del titular: **Enigma Green Power 4, S.L**
- Dirección del titular: **Calle Albert Einstein, S/N Edificio Insur Cartuja, Planta5, Módulo . 41092, Sevilla, Sevilla.**
- NIF/CIF: **B-02936730**





## 2. LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente Proyecto Básico se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

### 2.1. Normativa Local

- Normativa urbanística y ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Monreal (Navarra).

### 2.2. Producción Eléctrica

- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- 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.
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Normas particulares de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes.

### 2.3. Instalaciones de Baja Tensión

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de



vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.

## 2.4. Instalaciones de Alta Tensión

- R.D. 223/2008 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas. RLAT
- Recomendaciones UNESA.
- RD 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.
- 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.
- Normativas IEC y UNE aplicables.

## 2.5. Estructuras y Obra Civil

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Documentos Básicos del CTE aplicables.
- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- UNE-EN-1990/2019 Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.

## 2.6. Seguridad y Salud

- 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 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- 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 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 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- 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 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

## 2.7. Medio Ambiente

- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental



- Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

## 2.8. Normas UNE Aplicables

A continuación, se describen la relación de normas UNE incluidas en la ITC-LAT 02 aplicables a este proyecto.

### 2.8.1. Generales

- UNE 20324:1993: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 20324/11V1:2000: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 20324:2004 ERRATUM: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 21308-1:1994: Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
- UNE-EN 50102:1996: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102 CORR:2002: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1:1999: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/AI CORR:2002: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 60060-2:1997: Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-2/A11:1999: Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-3:2006: Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60060-3 CORR.:2007: Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 600711:2006: Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.



- UNE-EN 60071-2:1999: Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60270:2002: Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60865-1:1997: Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- UNE-EN 60909-0:2002: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- UNE-EN 60909-3:2004: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

## 2.8.2. Cables y Conductores

- UNE 21144-1-1:1997: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
- UNE 21144-1-1/2M:2002: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
- UNE 21144-1-2:1997: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
- UNE 21144-1-3:2003: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
- UNE 21144-2-1:1997: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/1M:2002: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/21V1:2007: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-2:1997: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.



- UNE 21144-3-1:1997: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
- UNE 21144-3-2:2000: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- UNE 21144-3-3:2007: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
- UNE 21192:1992: Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 211003-2:2001: Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m=7,2$  kV) a 30 kV ( $U_m=36$  kV).
- UNE 211003-3:2001: Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ( $U_m=36$  kV).
- UNE 211435:2007: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.
- UNE-1-113 620-5-E-1:2007: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5).

### **2.8.3. Accesorios para Cables**

- UNE 21021:1983: Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

### **2.8.4. Transformadores**

- UNE-EN 60076:2013: Transformadores de potencia.
- UNE-EN 60214:2015: Cambiadores de tomas.

### **2.8.5. Aparamenta eléctrica**

- UNE-EN 62271:2019: Aparamenta de Alta Tensión.



- 
- UNE-EN 60044-1/A2:2004: Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
  - UNE-EN 60044-2/A2:2004: Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.



## 3. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

### 3.1. Configuración

Se detalla a continuación la configuración y características generales del Centro de Seccionamiento.

| Configuración del Centro de Seccionamiento           |  |
|--|--|
| Tipo de Centro de Seccionamiento                     | Prefabricado                           |
| Tipo de acometida                                    | Subterránea                            |
| Nivel de Tensión (kV)                                | 20                                     |
| Tipo de Edificio de Control                          | Construcción in situ                   |
| Equipos e Instalaciones del Centro de Seccionamiento | Celdas Media Tensión Tipo GIS          |
|  | Transformador de SS.AA.                |
|  | Sistema de Seguridad                   |
|  | Sistema de Protección contra Incendios |
|  | Cuadros de SS.AA.                      |
|  | Sistema de Control y Comunicaciones    |
|  | Cuadro de CCTV                         |
|  | Cuadro de Iluminación                  |
| Aire acondicionado                                   |  |

Tabla 1. Configuración del Centro de Seccionamiento

### 3.2. Posiciones

A continuación, se describen las posiciones y características de la Centro de Seccionamiento:

| Posiciones del Centro de Seccionamiento |                            |    |
|---|----------------------------|----|
| Tipos de celdas de Media Tensión        | Celdas de Entrada de Línea | 3  |
|   | Celdas de Salida de Línea  | 1  |
|   | Salida de SSAA             | 1  |
|   | Medida y protección        | 1  |
|   | Acople                     | NO |
|   | Reserva                    | NO |

Tabla 2. Tipo de Celdas del Centro de Seccionamiento





### 3.3. Celda de 20 kV

El parque de media tensión será de simple barra y con acoplamiento longitudinal. Las celdas se ubicarán en el interior del Centro de seccionamiento.

El tipo de celdas a instalar en cada barra serán las siguientes:

- **Cabinas de Entrada de Línea**
- **Cabina de Salida de Línea.**
- **Cabina de medida de barras.**
- **Cabina de servicios auxiliares**

Las cabinas estarán equipadas con relés de protección, quedando integradas en el sistema de control de la Centro de Seccionamiento.

- Parámetros de diseño

| Características del Sistema               |                |
|---|----------------|
| Tensión nominal                           | 20 kV          |
| Tensión más elevada del material (Um)     | 24 kV          |
| Tensión soportada a frecuencia industrial | 50 kV eficaces |
| Tensión soportada a rayo                  | 145 kV cresta  |
| Intensidad nominal de barras              | 630 A          |
| Intensidad máxima de defecto trifásico    | 20 kA          |
| Duración del defecto trifásico            | 1s             |

**Tabla 3. Características del Sistema**

### 3.4. Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra del centro de seccionamiento se diseñará a partir de la norma IEEE 80, siempre bajo el cumplimiento de la ITC-RAT 13.

La red de puesta a tierra se ejecutará a partir de una malla metálica enterrada. El material conductor y la sección a emplear en la malla de puesta a tierra deberá estar acorde a la Sección 11 de la norma IEEE 80. El diseño de la red de puesta a tierra será a partir de una malla de conductores, unidos entre sí formando una cuadrícula, y se instalarán picas de puesta a tierra, como mínimo, en los extremos de la malla de puesta a tierra, con objeto de favorecer la disipación de las corrientes de falta hacia la tierra.

El cálculo de la puesta a tierra se llevará a cabo a partir de la formulación descrita en la Sección 16 de la norma IEEE 80, y deberá de verificar que, en caso de intensidad drenada en el terreno por el hecho de una



falta, no se superen en ningún punto de la instalación las tensiones de paso y de contacto admitidas. Los valores admisibles máximos para tensiones de paso y contacto se calcularán a partir de las expresiones de la Sección 8 de la norma IEEE 80.

Se coloca un cable perimetral, unido al resto de la malla de tierra, con objeto de evitar que se produzcan tensiones de contacto superiores a las permitidas en las cercanías del cerramiento, que son los puntos más conflictivos y de acceso general a personas.

En cuanto a los elementos metálicos presentes, como carcasas de equipos, vallado perimetral, puertas, tuberías, etc, se unirán también a la malla de tierra. Para ello se dejarán previstas las correspondientes derivaciones de cable, así como tramos de cable de longitud suficiente para unir directamente a la malla, sin conexiones desmontables, las puestas a tierra de servicio, como son los neutros de los transformadores, las autoválvulas y los seccionadores de puesta a tierra.

La red de puesta a tierra superior o sistema de protección contra rayos tiene como cometido la captación de descargar atmosféricas y su conducción a la malla de tierra, para que pueda ser disipada sin poner el riesgo la seguridad del personal.

El diseño de este sistema estará basado en las especificaciones de la norma UNE-EN 62305, debiéndose realizar un estudio del riesgo en función del emplazamiento y de las características del centro de seccionamiento. El sistema adoptará el modelo electrogeométrico de las descargas atmosféricas, cuyo criterio de seguridad que establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los pararrayos.

Mediante el estudio del riesgo, se valorarán las distintas pérdidas a partir de las directrices marcadas por la norma UNE-EN 62305-2. En función del nivel de riesgo, se establecerá un nivel de protección contra el rayo, que designará las pautas del sistema de protección contra rayos.

Para este tipo de Sistemas, el sistema típico de protección contra rayos consiste en la colocación de pararrayos, que protegen los edificios de las instalaciones. Estos pararrayos estarán unidos a la red de tierra enterrada a través de las estructuras metálicas que los soportan.

## 4. SET ELEVADORA 66/20 KV

### 4.1. Situación y Emplazamiento

La Subestación Elevadora se instalará en una parcela perteneciente al Término Municipal de Monreal, Huelva, en concreto la parcela 42 del polígono 1. Las coordenadas (Huso 30 T UTM – ETRS89) de referencia donde se localizará la Subestación Elevadora son las siguientes:

- Coordenada X: 620.514,56 m E
- Coordenada Y: 4.730.659,85 m N

La siguiente imagen ilustra la ubicación de la Subestación:



**Figura 1: Localización Subestación Elevadora.**

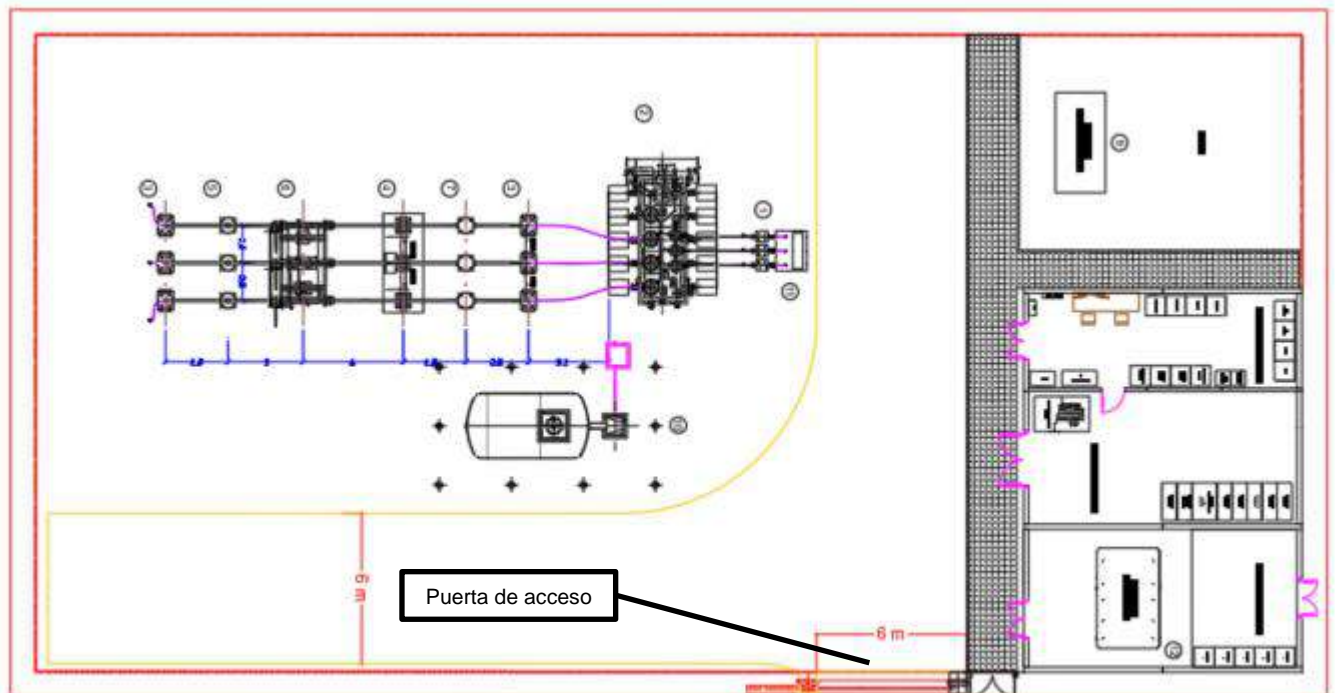
La Subestación Elevadora se ubicará en la parcela de datos catastrales indicada a continuación:

| Polígono | Parcela | Ref. Catastral       | Municipio | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|----------|---------|----------------------|-----------|------------------------------|
| 1        | 42      | 310000000001292791BH | Monreal   | 49.408,80                    |

*Tabla 4. Polígono y Parcela donde se instalará la Subestación Elevadora.*

## 4.2. Acceso a la SET Elevadora

El acceso a la SET Elevadora se producirá a través de un camino creado hasta llegar a la SET elevadora al cual se accede mediante un camino rural que parte de la carretera NA-2420 (antigua carretera a Jaca), como se aprecian en los planos adjuntos al proyecto.



*Figura 2: Puerta de Acceso a la Subestación Elevadora.*



**Figura 3: Situación emplazamiento Subestación Elevadora.**

Las coordenadas de la puerta de acceso son las siguientes:

- Coordenada X: 689749 m E.
- Coordenada Y: 4131935 m N.

Por otro lado, las coordenadas de la poligonal de la SET Elevadora son las siguientes:

| Punto | UTM 30 T (X) | UTM 30 T (Y) |
|-------|--------------|--------------|
| 1     | 620494.94    | 4730680.26   |
| 2     | 620486.49    | 4730656.26   |
| 3     | 620534.19    | 4730639.46   |
| 4     | 620542.63    | 4730663.43   |

**Tabla 5. Coordenadas de la poligonal de la Subestación Elevadora.**



## 4.3. Descripción Técnica de la Subestación

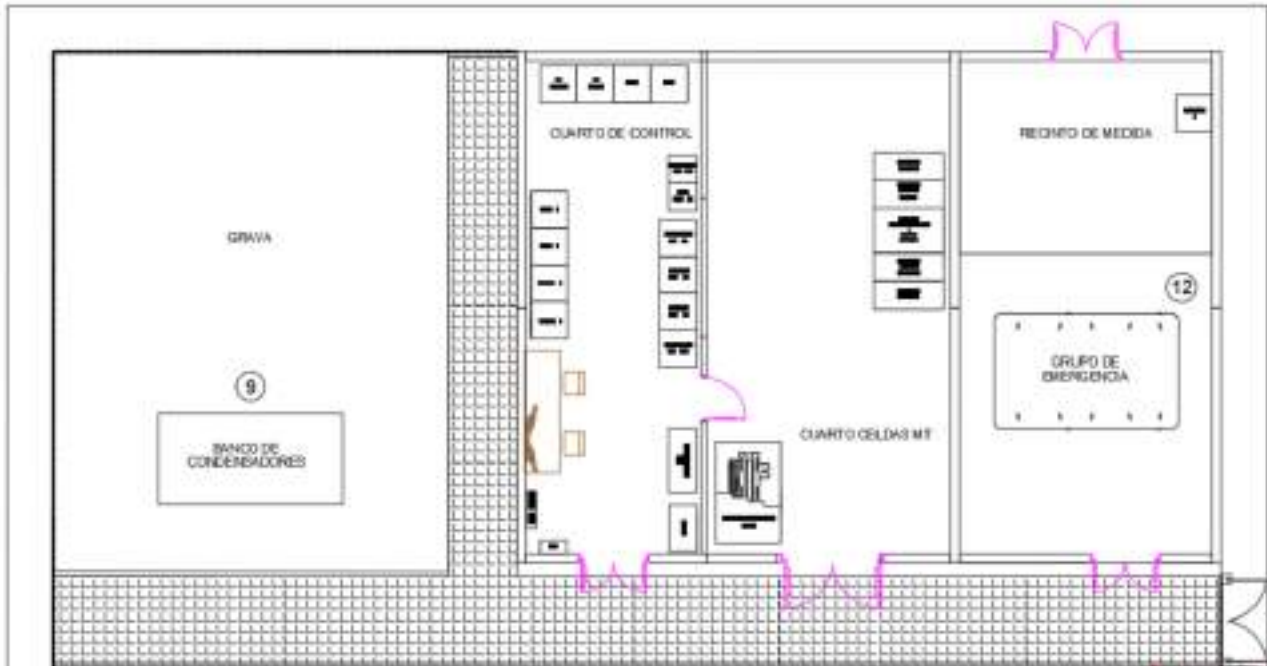
### 4.3.1. Datos Generales

Las características generales de los elementos que conforman la Subestación Elevadora se recogen en la siguiente tabla:

| Características generales de la Subestación |  |             |
|---|--|-------------|
| Nombre de la Subestación                    | SE Elevadora 66/20 kV                        |             |
| Tipo de Subestación                         | Elevadora                                    |             |
| Tipo de Acometida                           | Entrada (20 kV)                              | Subterránea |
|   | Salida (66 kV)                               | Aéreo       |
| Niveles de Tensión (kV)                     | 66/20  |             |
| Área de la Subestación (m <sup>2</sup> )    | 1.442,06                                     |             |
| Tipo de Edificio de Control                 | Construcción in situ                         |             |
| Equipos e Instalaciones de la Subestación   | Iluminación Exterior                         |             |
|   | Aparellaje Alta Tensión Intemperie           |             |
|   | Celdas Media Tensión Tipo GIS                |             |
|   | Previsión para Banco de Condensadores        |             |
|   | Transformadores de SS.AA.                    |             |
|   | Generador Diésel                             |             |
|   | Vallado perimetral                           |             |
|   | Control de accesos                           |             |
|   | Sistema de Seguridad                         |             |
|   | Sistema de Protección contra Incendios       |             |
|   | Cuadro de SS.AA.                             |             |
|   | Sistema de Control y Comunicaciones          |             |
|   | Cuadro de CCTV                               |             |
|   | Cuadro de Iluminación                        |             |
| Aire acondicionado                          |  |             |
| Posiciones nivel de tensión 1 (66 kV)       | Posición de transformador                    | 1           |
|   | Posición de entrada                          | 0           |
|   | Posición de salida                           | 1           |
| Posiciones nivel de tensión 2 (20 kV)       | Posición de transformador                    | 1           |
|   | Posición de celdas de MT                     | 1           |
| Posiciones Embarrado MT                     | Acometida                                    | 1           |
|   | Salida de línea                              | 1           |
|   | Salida de SSAA                               | 1           |
|   | Salida de Reserva a Batería de Condensadores | 1           |
|   | Reserva Equipada                             | 1           |

**Tabla 6. Características Generales de la Subestación\*.**

En cuanto al edificio eléctrico o de control de la Subestación, dispondrá de la distribución de salas que muestra la siguiente imagen:



**Figura 4: Distribución del Edificio de Control de la Subestación.**

Las futuras obras e instalaciones de la Subestación contemplarán:

- Obra Civil.
  - Movimientos de tierra.
  - Urbanización.
  - Cierre perimetral.
  - Accesos y caminos interiores.
  - Canalizaciones para cables.
  - Fundaciones.
  - Bancadas de Transformadores.
- Ingeniería Electromecánica.
  - Estructuras de Pórtico de línea.
  - Estructura de Equipos Principales.
- Ingeniería Eléctrica.
  - Conductores principales de Alta tensión.
  - Conductores de Media Tensión.
  - Cableado de Baja tensión.
  - Cableado de Control y Comunicaciones



- Red de puesta a tierra principal.
- Red de tierra aérea.
- Servicios Auxiliares necesarios.
  - Equipos Principales.
  - Iluminación.
  - Control de Accesos y Seguridad.
  - Sistema de protección Contra Incendios.
  - Ventilación y Aire Acondicionado.
- Edificios Civiles y Salas Eléctricas.
- Ingeniería de Control.
- Ingeniería de Protección.
  - Identificación.
  - Medición.
- Ingeniería de Comunicaciones y SCADA.

A continuación, se describen los equipos que componen la Subestación del Proyecto.

### 4.3.2. Transformador de Potencia

Se instalará en la Subestación Elevadora un transformador de potencia, cuyas características principales son las siguientes:

| Características de los Transformadores |                                 |      |
|--|---------------------------------|------|
| Tipo                                   | Transformador de baño de aceite |      |
| Número de fases                        | 3                               |      |
| Conductor                              | Cu                              |      |
| Refrigeración                          | ONAF                            |      |
| Ucc (%)                                | 8%                              |      |
| Relación de transformación (kV)        | 66±10x1,5% / 20                 |      |
| Potencia (MVA)                         | 20                              |      |
| Grupo de conexión                      | YNao-d11                        |      |
| Cambiador de tomas                     | Regulación automática en carga  |      |
| Tensión primario (kV)                  | 66                              |      |
| Tensión secundario (kV)                | 20                              |      |
| Intensidad primario (A)                | 174,95                          |      |
| Intensidad secundario (A)              | 577,35                          |      |
| Capacidad de cortocircuito (kA)        | Primario                        | 31,5 |
|  | Secundario                      | 25   |

**Tabla 7. Características de los Transformadores.**





Los transformadores dispondrán de las siguientes protecciones:

- Buchholz del transformador.
- Analizador de Gases disueltos.
- Imagen térmica del primario.
- Imagen térmica del secundario.
- Termómetro de contactos.
- Nivel magnético.

Asimismo, irá equipado con los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión, con indicador visual de nivel, tapones de llenado, válvulas de vaciado y desecador de aire con carga de silicagel.
- Válvulas para vaciado y filtrado. Dispositivo toma de muestras.
- Caja de bornas finales.
- Bornas para conexión a tierra de la cuba.
- Radiadores desmontables con válvulas de independización y tapones para purga y vaciado.
- Anillas para desencubado y arrastre.
- Ganchos para elevación del transformador completo.
- Soportes para elevar por medio de gatos.

### 4.3.3. Posiciones en 66 kV

Las características generales y específicas de los equipos que conforman las posiciones se describen en los apartados siguientes:

#### 4.3.3.1. Características del Sistema 66 kV

| Características del Sistema 66 kV |    |
|-----------------------------------|----|
| Tensión nominal (kV)              | 66 |



| Características del Sistema 66 kV              |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Tensión más elevada del material, Um (kV)      | 72,5                                  |
| Tensión soportada a frecuencia industrial (kV) | 140                                   |
| Tensión soportada a rayo                       | 325                                   |
| Conexión del neutro                            | Neutro conectado rígidamente a tierra |
| Distancia mínima de fuga (mm/kV)               | 31,5                                  |
| Intensidad nominal de equipos (A)              | 1250                                  |
| Intensidad máxima de defecto trifásico (kA)    | 31,5                                  |
| Duración del defecto trifásico (s)             | 1                                     |

**Tabla 8. Características del Sistema 66 kV.**

#### 4.3.3.2. Conductores

Las características del conductor empleado para la interconexión entre equipos son las que se indican a continuación:

| Características Conductores                          |                         |
|--|-------------------------|
| Denominación   | 94-AL1/22-ST1A (LA-110) |
| Material   | Aluminio-Acero          |
| Composición  | 30+7                    |
| Sección de aluminio (mm <sup>2</sup> )               | 100                     |
| Sección de acero (mm <sup>2</sup> )                  | 16,7                    |
| Sección total (mm <sup>2</sup> )                     | 116,7                   |
| Diámetro de conductor (mm)                           | 14                      |
| Masa lineal (kg/km)                                  | 433                     |
| Carga de rotura (daN)                                | 4400                    |
| Resistencia en c.c. 20°C (Ω/km)                      | 0,307                   |
| Módulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )           | 8200                    |
| Coefficiente de dilatación lineal (C <sup>-1</sup> ) | 17,8 x 10 <sup>-6</sup> |
| Densidad de corriente (A/mm <sup>2</sup> )           | 2,76                    |
| Intensidad de corriente (A)                          | 320                     |

**Tabla 9. Características Conductor.**

#### 4.3.3.3. Interruptor Automático

Se emplearán interruptores automáticos tripolares de las siguientes características:



| <b>Características Interruptor 66 kV</b> |                             |
|--|-----------------------------|
| Nº de polos                              | 3                           |
| Instalación                              | Intemperie                  |
| Intensidad nominal (A)                   | 1250                        |
| Poder de corte nominal (kA)              | 31,5                        |
| Duración nominal c.c. (s)                | 1                           |
| Secuencia de maniobra nominal            | 0 – 0,3 s - CO - 3 min - CO |
| Medio de extinción                       | SF6                         |
| Mando tipo                               | 3x Resorte                  |

**Tabla 10. Características del Interruptor 66 kV.**

El mando será eléctrico de acumulación de energía a resorte, que se rearmará con un motor accionado en corriente continua. Las bobinas de cierre y disparo se podrán accionar localmente o de manera remota. Dispondrá del suficiente número de contactos auxiliares necesarios para la señalización y enclavamientos. El mando estará alojado en un armario estanco, provisto de resistencia de calefacción para evitar condensaciones. El interruptor debe constar con dos bobinas de disparo y bobina de mínima tensión.

#### **4.3.3.4. Seccionador**

Los seccionadores tendrán las siguientes características:

| <b>Características Seccionador 66 kV</b> |                |
|--|----------------|
| Nº de polos                              | 3              |
| Instalación                              | Intemperie     |
| Nº de columnas por polo                  | 3              |
| Apertura                                 | Horizontal     |
| Intensidad nominal (A)                   | 1250           |
| Intensidad admisible corta duración (kA) | 31,5           |
| Accionamiento cuchillas principales      | 1 x motorizado |
| Accionamiento cuchillas secundarias      | 1 x motorizado |

**Tabla 11. Características del Seccionador 66 kV.**

Seccionador tripolar de tres columnas, con la central giratoria y apertura doble lateral. Para el accionamiento de los tres polos se dispone de un motor eléctrico. Se instalará una caja de mando que contendrá los elementos de protección y accionamiento del motor, así como los pulsadores de cierre y apertura, selector local-remoto, lámparas de señalización y contador de maniobras. El seccionador se puede accionar también manualmente mediante manivela. Los seccionadores disponen de cuchillas de puesta. El accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra se puede realizar por motor eléctrico o bien manualmente, para ello tendrá una caja de mando local.



#### 4.3.3.5. Transformadores de Tensión Inductivos

Las características principales de los transformadores de tensión inductivos serán las siguientes:

| Características Transformador de Tensión Inductivo 66 kV |   |
|--|---|
| Instalación  | Intemperie  |
| Nº de núcleos  | 3   |
| Relación de Transformación (kV)                          | $66:\sqrt{3} / 0,11:\sqrt{3}-0,11:\sqrt{3}-0,11:\sqrt{3}$ |
| Factor de tensión  | 1,5 Un 30s  |
| Factor de tensión en servicio continuo                   | 1,2 Un  |

**Tabla 12. Características del Transformador de Tensión 66 kV.**

#### 4.3.3.6. Transformador de Intensidad

Las características principales de los transformadores de intensidad serán las siguientes:

| Características Transformador de Intensidad Posición de Línea 66 kV |                 |              |                 |
|---|-----------------|--------------|-----------------|
| Instalación   | Intemperie      |              |                 |
| Nº de núcleos   | 4               |              |                 |
| Relación de Transformación y clases de precisión                    |                 |              |                 |
|   | Núcleo 1        | 100-200 / 5A | 10 VA; CL 0,2s  |
|   | Núcleo 2        | 100-200 / 5A | 20 VA; CL 0,5s  |
|   | Núcleo 3        | 100-200 / 5A | 30 VA; CL 5P-20 |
|   | Núcleo 4        | 100-200 / 5A | 30 VA; CL 5P-20 |
| Sobreintensidad admisible en permanencia                            | 1,2 In primaria |              |                 |

**Tabla 13. Características Transformador de Intensidad Posición de Línea.**

#### 4.3.3.7. Pararrayos Autovalvulares

Las características principales de los pararrayos autovalvulares serán las siguientes:

| Características Pararrayos Autovalvulares 66 kV |               |
|---|---------------|
| Tipo  | Óxido de Zinc |
| Conexión  | Fase-Tierra   |
| Contador de descargas                           | No            |
| Tensión más elevada de la red (Um)              | 72,5 kV       |
| Tensión asignada (Ur)                           | 42 kV         |
| Tensión funcionamiento continuo (Uc)            | 60 kV         |
| Intensidad nominal de descarga                  | 10 kA         |

**Tabla 14. Características de los Pararrayos autovalvulares 66 kV.**

Las autoválvulas están constituidas por tres unidades herméticas selladas que contienen los bloques de resistencias de óxido de zinc.



#### 4.3.4. Posiciones en 20 kV

El sistema de Media Tensión tendrá las características que se describen en los siguientes apartados.

##### 4.3.4.1. Características del Sistema en 20 kV

| Características del Sistema 20 kV              |  |
|--|--|
| Tensión nominal (kV)                           | 20   |
| Tensión más elevada del material, Um (kV)      | 24   |
| Tensión soportada a frecuencia industrial (kV) | 50   |
| Tensión soportada a rayo                       | 170  |
| Conexión del neutro                            | Neutro conectado a tierra mediante resistencia |
| Distancia mínima de fuga (mm/kV)               | 31   |
| Intensidad nominal de barra (A)                | 1250   |
| Intensidad máxima de defecto trifásico (kA)    | 25   |
| Duración del defecto trifásico (s)             | 1  |

Tabla 15. Características Sistema 20 kV.

##### 4.3.4.2. Embarrado

El embarrado de Media Tensión para la conexión con el transformador será a partir de conducciones tubulares de las siguientes características:

| Características Embarrado 20 kV                |       |
|--|-------|
| Diámetro exterior (mm)                         | 60    |
| Diámetro interior (mm)                         | 50    |
| Sección total del conductor (mm <sup>2</sup> ) | 865   |
| Peso propio (kg/m)                             | 7,8   |
| Momento de inercia (cm <sup>4</sup> )          | 32,29 |
| Momento resistente (cm <sup>3</sup> )          | 8,93  |
| Intensidad admisible (A)                       | 1550  |

Tabla 16. Características Embarrado 20 kV.

##### 4.3.4.3. Celdas de 20 kV

Las características principales de las celdas de MT son las siguientes:



| Características Celdas 20 kV                   |   |       |
|--|---|-------|
| Aislamiento                                    | GIS (SF6)   |       |
| Intensidad nominal                             | Celda Transformador   | 630 A |
|  | Celda Línea y Reserva   | 630 A |
|  | Celda Transformador<br>SS.AA  | 630 A |
|  | Celda Bat. Condensadores  | 630 A |
| Intensidad admisible corta duración (kA)       | 25  |       |
| Transformador de Intensidad (C. Transformador) | 100-200/5-5-5 A<br>10 VA cl. 0.5s; 20 VA cl. 5P20; 20 VA cl. 5P20                   |       |
| Transformador de Tensión (C. Transformador)    | 22:√3 / 0,11:√3-0,11:√3-0,11:3 kV<br>10 VA cl. 0.2s; 10 VA cl. 0.5-3P; 20 VA cl. 3P |       |
| Transformador de Intensidad (C. Línea)         | 100-200/5 A - 100/5 A<br>10 VA cl. 5P20 10 VA cl. 0.2s                              |       |
| Transformador de Intensidad (C.Reserva)        | 100-200/5 A - 100/5 A<br>10 VA cl. 5P20 10 VA cl. 0.2s                              |       |
| Transformador de Intensidad (C. B. Cond.)      | 100-200/5-5 A<br>10 VA cl. 5P20; 10 VA cl. 0.5                                      |       |

**Tabla 17. Características Celdas 20 kV.**

#### 4.3.4.4. Reactancia de Puesta a Tierra

Las características principales de la reactancia de puesta a tierra serán las siguientes:

| Características Reactancia de Puesta a tierra 20 kV |         |
|---|---------|
| Grupo de Conexión                                   | Zig-Zag |
| Intensidad de defecto a tierra por el neutro (A)    | 500     |
| Duración de defecto a tierra por el neutro (s)      | 30      |
| Tensión de ensayo a 50 Hz (kV)                      | 50      |
| Tensión prueba con onda de choque 1,2/50s (kV)      | 125     |

**Tabla 18. Características Reactancia de puesta a tierra.**

#### 4.3.4.5. Seccionador de Reactancia de Puesta a Tierra

Las características principales del seccionador de reactancia de puesta a tierra serán las siguientes:

#### Características Seccionador Reactancia de Puesta a tierra 20 kV



|  |                           |
|--|---------------------------|
| Nº de polos                              | 3                         |
| Instalación                              | Intemperie                |
| Intensidad nominal (A)                   | 630                       |
| Intensidad admisible corta duración (kA) | 25                        |
| Tipo de Seccionador                      | Rotativo de tres columnas |

**Tabla 19. Características Seccionador de Reactancia de puesta a tierra.**

#### 4.3.4.6. Pararrayos Autovalvulares

Las características principales de los pararrayos autovalvulares serán las siguientes:

| Características Pararrayos Autovalvulares 20 kV |               |
|---|---------------|
| Tipo  | Óxido de Zinc |
| Conexión  | Fase-Tierra   |
| Contador de descargas                           | No            |
| Tensión más elevada de la red (Um)              | 24 kV         |
| Tensión asignada (Ur)                           | 20kV          |
| Tensión funcionamiento continuo (Uc)            | 16,80 kV      |
| Intensidad nominal de descarga                  | 10 kA         |

**Tabla 20. Características Pararrayos Autovalvulares 20 kV.**

Las autoválvulas están constituidas por tres unidades herméticas selladas que contienen los bloques de resistencias de óxido de zinc.

#### 4.3.5. Sistema de Medida

El sistema de medida en la Subestación Elevadora se realizará teniendo en cuenta las especificaciones establecidas por la normativa vigente.

En primer lugar, el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, establece en el Artículo 7 los distintos tipos de puntos de medida y fronteras, clasificados del 1 al 5, en función de la potencia o energía de interconexión, según el tipo de instalación conectada.



El Artículo 8 de este Real Decreto, establece que los contadores estáticos de medida deberán recibir autorización para su uso e instalación, basada en el cumplimiento de la norma UNE-EN 62053-22, para la medida de energía activa, y de la norma UNE-EN 62053-23, para la medida de energía reactiva. Adicionalmente, se establece que los transformadores de medida deberán estar conformes a la norma UNE-EN 60044 o norma que la sustituya.

Finalmente, en el Artículo 9 se establecen las clases de precisión requeridas para los transformadores de medida y contadores, en función del tipo de medida y frontera.

Será de aplicación también la Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, con todas sus Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida, en las cuáles se establece, entre otros, las características de las medidas principales, redundantes y comprobantes, en función del tipo de frontera.

De acuerdo con el RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, la medida individual de cada Planta Eólica se hará con una medida principal de la energía en el lado de 20 kV, concretamente en la celda de línea de cada una de estas ubicadas en la propia subestación. Disponiendo para ello de transformadores de medida adaptados a la legislación, con el cuadro de contadores y registrador principal situados en el interior del edificio de control de la subestación.

Las características y modo de instalación de los equipos de medida cumplirán con la normativa y las prescripciones previamente citadas. Teniendo en cuenta esta clasificación, para estas medidas se dispondrá de los devanados secundarios adecuados en los transformadores de medida de intensidad y tensión.

Adicionalmente, en la implantación de la subestación se ha habilitado un cuarto de contadores con acceso exterior a la subestación, con objeto de que los operarios de la compañía distribuidora puedan acceder a los contadores y equipos de medida.

#### **4.3.6. Sistema de Servicios Auxiliares**

Los Servicios Auxiliares distribuirán la energía necesaria para el aparellaje y equipos instalados en la subestación, para asegurar la calidad del servicio y la seguridad que son necesarias para su funcionamiento fiable.

Los Servicios Auxiliares se dividirán en los de corriente continua y los de corriente alterna, y tendrán las siguientes características generales:





| <b>Corriente Alterna (C.A.)</b>  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| Características Generales        | 400 / 230 V ; 50 Hz      |
| Transformadores de SS.AA.        | 20 / 0,4 kV ; 100 kVA    |
| Generador Diesel                 | 400 V ; 100 kW<br>A      |
| Otros equipos:                   | Interruptores BT         |
| <b>Corriente Continua (C.C.)</b> |                          |
| Características Generales        | 125 Vcc / 24 Vcc         |
| Equipos:                         | Rectificador             |
|                                  | Batería                  |
|                                  | Convertidor 125 / 24 Vcc |
|                                  | Interruptores BT         |
|                                  | Inversor                 |

**Tabla 21. Características Sistema SS.AA.**

El sistema de Servicios Auxiliares alimentará a una serie de cargas y equipos de la Subestación Elevadora, que pueden clasificarse entre Esenciales y No Esenciales, según la tabla a continuación:

| <b>Tipos de Cargas de SS.AA.</b> |  |
|----------------------------------|--|
| Cargas Esenciales                | Equipos de Protección                    |
|                                  | UCP (Unidad de Control de Posición)      |
|                                  | UCS (Unidad de Central de Subestación)   |
|                                  | Sistema de Comunicaciones                |
|                                  | Sistema de Protección Contra Incendios   |
|                                  | Alarmas en general                       |
|                                  | Maniobras de Interruptores               |
| Cargas No Esenciales             | Climatización                            |
|                                  | Sistema Anti-intrusión                   |
|                                  | Sistema de Ventilación del Transformador |
|                                  | Alumbrado interior edificio              |
|                                  | Motor Resorte                            |
|                                  | Motor Seccionador                        |
|                                  | Alumbrado interior cuadros               |

**Tabla 22. Tipos de Cargas de SS.AA.**



Así, las cargas Esenciales serán aquellas que su continuidad de funcionamiento es vital para la seguridad de las instalaciones, y se alimentarán desde el sistema de almacenamiento de baterías, bien de forma directa por los circuitos de C.C. de la Subestación o mediante el empleo de un inversor de C.C. / C.A. para las cargas de C.A.

En segundo lugar, las cargas No Esenciales serán aquellas que su continuidad de funcionamiento no es vital para la seguridad de las instalaciones. Éstas cargas se alimentarán de manera general, a través de los circuitos de C.A.

### **4.3.7. Sistema de Telecomunicaciones**

Las necesidades de servicios de telecomunicaciones consisten en servicios de telefonía, canales de comunicación para las protecciones de línea, circuitos de telecontrol y de telegestión. Para la comunicación de las protecciones se utilizarán enlaces por fibra óptica para las protecciones primarias, secundarias y teledisparo. Se dotará al edificio de control de la subestación de fibra óptica multimodo y red de telefonía con protocolo IP.

En la Subestación se instalará una central telefónica para dar los servicios necesarios. Para la integración de esta central en la red IP se utilizará por un lado un router conectado con 2 tramos de 10 Mbits con la central que se determine y por otro lado con 1 switch. Se instalarán dos estaciones base DECT para la telefonía inalámbrica. Una de ellas en el interior del edificio de mando y otra en la cubierta de este. Esta última será de intemperie y dispondrá de una antena direccionable que proporcione cobertura en la totalidad de la Subestación.

Las alarmas emisión/recepción del equipo terminal de onda portadora y la alarma general de la teleprotección de baja frecuencia se cablearán a relés auxiliares para su supervisión.

La telegestión de equipos se realizará a través de la red IP. Para los servicios de telefonía y datos, en el edificio de mando, se instalará cableado estructurado mediante cables de categoría 5 o superior. Este cableado partirá del armario principal de comunicaciones ubicado en dicha sala, y llegará radialmente a todas las dependencias y casetas donde sea necesario.

Para interconectar el CCS con las miniULC's de las posiciones, al igual que las protecciones primarias con la sala de comunicaciones, se dispondrá de una red doble estrella para la cual se colocarán dos cables dieléctricos antirroedores de 16 fibras ópticas multimodo entre las casetas y la sala de comunicaciones del edificio de control donde se instalará un armario repartidor por dos canalizaciones diferentes, a ser posible. También se tenderán 6 cables de 16 fibras ópticas multimodo entre la sala de comunicaciones y la sala de control.



### 4.3.8. Sistema de Control y Protecciones

La Subestación contará con un sistema de control integrado que comprende el alcance descrito en los siguientes apartados:

#### 4.3.8.1. Parque en 66 kV

##### Funciones de Protección

- 2 Discordancia de polos.
- 3 Supervisión de la bobina de disparo.
- 50BF Fallo del interruptor.
- 21 Protección de distancia.
- 87L Protección diferencial de línea.
- 87T Protección diferencial de transformador.
- 87B Protección diferencial de barras.
- 67 Protección de sobreintensidad direccional.
- 67N Protección de sobreintensidad direccional de neutro.
- 81M/m Protección de sobre/sub-frecuencia.
- 27 Protección contra mínima tensión.
- 59 Protección contra máxima tensión.
- 25 Protección de sincronismo.
- 79 Protección de reenganche.
- 64 Protección contra faltas a tierra.
- 50/51 Protección de sobreintensidad instantánea/temporizada de fase.
- 51N Protección de sobreintensidad de neutro instantánea/temporizada.
- 63 Relé Buchholz.
- 49 Relé imagen térmica.
- 26 Relé de temperatura.
- 71 Relé de nivel de aceite.
- 86 Disparo y bloqueo de cierre.
- Teledisparo, mediante comunicación por fibra óptica, al extremo de la línea.



#### 4.3.8.2. Parque en 20 kV

##### Funciones de Protección

- 50/51 Protección de sobreintensidad instantánea/temporizada de fase.
- 51N Protección de sobreintensidad de neutra instantánea/temporizada de fase.
- 67/67N Protección de sobreintensidad direccional de fase/neutro.
- 27 Protección contra mínima tensión.
- 59 Protección contra máxima tensión.
- 50BF Protección de fallo de interruptor.

#### 4.3.9. Sistema de Puesta a Tierra de la Subestación

El sistema de puesta a tierra general de la Subestación Elevadora se diseñará a partir de la norma IEEE 80, siempre bajo el cumplimiento de la ITC-RAT 13.

La red de puesta a tierra se ejecutará a partir de una malla metálica enterrada. El material conductor y la sección a emplear en la malla de puesta a tierra deberá estar acorde a la Sección 11 de la norma IEEE 80. El diseño de la red de puesta a tierra será a partir de una malla de conductores, unidos entre sí formando una cuadrícula, y se instalarán picas de puesta a tierra, como mínimo, en los extremos de la malla de puesta a tierra, con objeto de favorecer la disipación de las corrientes de falta hacia la tierra.

El cálculo de la puesta a tierra se llevará a cabo a partir de la formulación descrita en la Sección 16 de la norma IEEE 80, y deberá de verificar que, en caso de intensidad drenada en el terreno por el hecho de una falta, no se superen en ningún punto de la instalación las tensiones de paso y de contacto admitidas. Los valores admisibles máximos para tensiones de paso y contacto se calcularán a partir de las expresiones de la Sección 8 de la norma IEEE 80.

Rodeando el cerramiento de la subestación, a 1 m de la distancia de este, tanto por el interior como por el exterior, se coloca un cable perimetral, unido al resto de la malla de tierra, con objeto de evitar que se produzcan tensiones de contacto superiores a las permitidas en las cercanías del cerramiento, que son los puntos más conflictivos y de acceso general a personas.

En cuanto a los elementos metálicos presentes en la Subestación, como carcasas de equipos, vallado perimetral, puertas, tuberías, etc, se unirán también a la malla de tierra. Para ello se dejarán previstas las correspondientes derivaciones de cable, así como tramos de cable de longitud suficiente para unir directamente a la malla, sin conexiones desmontables, las puestas a tierra de servicio, como son los neutros de los transformadores, las autoválvulas y las cuchillas de puesta a tierra.



### o Puesta a Tierra Superior

La red de puesta a tierra superior o sistema de protección contra rayos tiene como cometido la captación de descargar atmosféricas y su conducción a la malla de tierra, para que pueda ser disipada sin poner en riesgo la seguridad del personal ni de la Subestación.

El diseño de este sistema estará basado en las especificaciones de la norma UNE-EN 62305, debiéndose realizarse un estudio del riesgo en función del emplazamiento y de las características de la Subestación. El sistema adoptará el modelo electrogeométrico de las descargas atmosféricas, cuyo criterio de seguridad que establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los pararrayos.

Mediante el estudio del riesgo, se valorarán las distintas pérdidas a partir de las directrices marcadas por la norma UNE-EN 62305-2. En función del nivel de riesgo, se establecerá un nivel de protección contra el rayo, que designará las pautas del sistema de protección contra rayos.

Para este tipo de Subestaciones, el sistema típico de protección contra rayos consiste en la colocación de pararrayos, que protegen a los equipos de la subestación. Estos pararrayos estarán unidos a la red de tierra enterrada de la subestación a través de las estructuras metálicas que los soportan.

## **4.3.10. Sistemas Complementarios**

### **4.3.10.1. Alumbrado**

La subestación dispondrá de un sistema de alumbrado exterior y otro sistema de alumbrado interior con un mínimo de luminosidad que permita realizar las maniobras precisas con total seguridad para el trabajador. La instalación de alumbrado deberá de ser conforme y seguir las especificaciones de la norma UNE-EN 12464.

La iluminación exterior estará compuesta por lámparas de vapor de sodio de alta presión alojadas en proyectores de tecnología LED, instalados a una altura que permita un mantenimiento sencillo. Éstas serán encendidas por medio de un reloj programador instalado en el cuadro de servicios auxiliares que podrá ser programado manual o automáticamente.

Por otra parte, el sistema de alumbrado interior permitirá realizar cualquier operación con seguridad por medio de pantallas para tubos fluorescentes o por medio de equipos de tecnología LED equivalentes.

Además, se instalará un alumbrado de emergencia que se encuentre alimentado mediante grupos autónomos y contenga lámparas de incandescencia. Esta iluminación tendrá una luminancia mínima de 10 lx cuando se produzca una emergencia y de 1 lx cuando el sistema de alumbrado funcione con normalidad.



Se entrará al estado de emergencia cuando falle el alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de la nominal.

#### **4.3.10.2. Sistema de Seguridad**

La Subestación contará con un sistema de seguridad cuya función principal será proteger el interior de la instalación de cualquier intrusión no deseada, y estará compuesto por los siguientes elementos:

- Sistema de control de acceso: Tanto en la puerta de acceso a la Subestación como en la entrada del Edificio de Control se instalará un sistema de control de acceso compuesto por dos lectores de proximidad, uno exterior (de entrada) y otro interior (de salida) que indicarán al sistema respectivamente la entrada y salida de personas del recinto de la Instalación.
- Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) con cámaras que permitan la vigilancia en tiempo real y en alta definición de todo el perímetro de la Instalación, contando con sistema de grabación de vídeo incorporado.
- Detectores de Intrusión: Se instalarán detectores de intrusión insensibles a perturbaciones atmosféricas y vehículos circulantes por las cercanías, garantizando la detección de cualquier intruso en el perímetro de la instalación.

El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que pueda barrer toda la extensión de la Subestación, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente.

Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras de vídeo serán de tipo térmicas analógicas, las cuales se convertirán en digitales para poder transmitir la señal a través de fibra óptica. Serán de uso exterior, térmicas con lente de 10° de apertura y 19, 24 o 50 mm de longitud focal.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente. Se instalarán en lugares altos, quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos.

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

El Sistema de Seguridad deberá tener alimentación desde el Sistema de Servicios Auxiliares de la Subestación.



El propio sistema será el encargado de gestionar automáticamente las señales de alarma, comprobando en primer lugar si se trata de una alarma no deseada. En caso de intrusión, el sistema enviará una señal de aviso al centro integral de seguridad y al responsable de la instalación, que procederá a su verificación, y avisando si procede a las fuerzas de seguridad, bomberos, etc.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad mediante vigilancia permanente.

#### **4.3.10.3. Sistema de Protección Contra Incendios**

Se instalará en la Subestación un Sistema de Protección Contra Incendios, en base a los requisitos establecidos por el Real Decreto 2267/2004, y por el RD 337/2014 ITC-RAT-14 e ITC-RAT-15. El Sistema de Protección Contra Incendios dispondrá de los siguientes elementos:

- Sistema de extinción: En lo que se refiere al sistema de extinción, se instalarán extintores portátiles en todos los sectores de incendio de la subestación y serán seleccionados e instalados de acuerdo con lo indicado en la normativa.  
El parque de intemperie se considerará como un área susceptible de incendio adecuando la extinción según las necesidades. Aquellos extintores que se instalen en intemperie estarán protegidos por un armario. Para el transformador de potencia se instalarán elementos fijos de extinción automática de incendios.
- Sistema de detección: Se dotará al edificio de un sistema que cubra todas las dependencias de este. Estará conformado por una central de incendios para comunicación y mando del sistema, sirenas de aviso, detectores de humo y llama, y pulsadores de alarma.
- Medidas de protección pasiva: Se aplicarán sistemas contra propagación del fuego en los pasos de cables entre las salas del Edificio de Control y en las entradas de cables al edificio. Además, los cables se dispondrán en bandejas en el falso suelo del edificio, con objeto de disponer tendidos ordenados y separados.

#### **4.3.10.4. Ventilación y Aire Acondicionado**

Dado que el Edificio de Control aloja equipos electrónicos y así mismo al personal de la Subestación, por motivos de su trabajo normal de operación local y mantenimiento, es necesario climatizarla para mantener en ella una temperatura adecuada.

El sistema de climatización debe ser capaz de compensar las pérdidas térmicas de los equipos de la Sala de Control y Comunicaciones, y de los equipos de la Sala de Celdas de MT.

Para la climatización del Edificio de Control se instalarán unidades de aire acondicionado mural, sistema Split, tipo partido, con bomba de calor aire-aire, absorbiendo la capacidad frigorífica necesaria para cada sala.



### **4.3.11. Limitación de los Campos Magnéticos**

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones 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. Así, deberá comprobarse que el valor de los campos magnéticos no supera lo establecido en el Real Decreto 1066/2001.

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición al tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.

No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

## **4.4. Descripción de los Trabajos de Construcción de la Subestación**

### **4.4.1. Movimiento de Tierras**

Se explanará el terreno, llevándose a cabo el desbroce y retirada de la tierra vegetal, que se acopiará en obra para su extendido final en las zonas libres exteriores, procediéndose posteriormente a la realización de trabajos de excavación y relleno compactado en las correspondientes zonas hasta la referida cota de explanación. Las zonas libres interiores de la explanada se terminarán con una capa de grava de canto rodado de hasta 15 cm de espesor, favoreciendo así el drenaje de la plataforma. La transición de la explanada con el terreno natural se resolverá mediante taludes. El movimiento de tierras será realizado conforme a las instrucciones de la Dirección Facultativa y a la vista del estudio geotécnico que ha de realizarse previamente al inicio de las obras.

### **4.4.2. Urbanizados de la Zona y Viales**

Se ha proyectado el acceso a la subestación a través de un tramo de firme flexible a construir desde el camino limítrofe con la parcela hasta la puerta de acceso de la subestación. Los viales interiores serán de firme rígido





de 15 cm de hormigón HA-300 sobre una base de material seleccionado. El ancho de estos será de 6 metros. Los materiales a utilizar cumplirán las Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Se recubrirá una capa de grava de 15 cm de espesor en la superficie de la subestación, con el fin de alcanzar la resistencia eléctrica necesaria del terreno para limitar las tensiones de paso y de contacto, así como mejorará el drenaje y el desplazamiento por el parque.

### **4.4.3. Accesos**

El acceso a la nueva subestación se realizará a través de un vial de 7 metros de ancho de nueva construcción, el cuál garantizará el acceso a la plataforma de los vehículos portadores de los equipos.

El acceso será de firme flexible con una banda de rodadura de zahorra de 25 cm (CBR>20) compactada al 100% del P.M, sobre una base de suelo seleccionado de 20 cm, previamente se realizará el saneamiento de la capa superior de cobertura vegetal.

### **4.4.4. Edificio de Control**

En la Subestación se construirá un Edificio de una planta, de dimensiones adecuadas para albergar las instalaciones y equipos, conforme a los planos de planta, alzado y secciones del presente proyecto.

Albergará el edificio los equipos de comunicaciones de toda la subestación, la unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería cuadros de servicios auxiliares de c.c. y c.a y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y antiintrusismo.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto, cerramiento prefabricado con voladizo superior y peto y cubierta plana con placas alveolares e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

Las salas de control, de comunicaciones, y de media tensión contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables.

Para la climatización del Edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado solo frío en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.



#### **4.4.5. Cimentación para Transformador y Sistema de Recuperación y Recogida de Aceite**

Para la cimentación y movimiento del transformador se realizará una bancada de raíles para facilitar su desplazamiento. Esta bancada realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador y, por lo tanto, estará unida al depósito general de recogida de aceite mediante tubos de fibrocemento. La bancada del transformador se diseñará como una viga elástica apoyada en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio. El depósito de recogida de aceite, conectado con la bancada del transformador, estará constituido por muretes y solera de hormigón armado con un acabado impermeable. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado y bovedilla cerámica. La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de dieléctrico del transformador, mayorada en previsión de entrada de agua.

#### **4.4.6. Cimentación para Soportes Metálicos y Pórticos**

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de apartamento de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado). Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con la naturaleza del terreno. El método de cálculo empleado será el de Sulzberger que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno. No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación, cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco. El coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5.

#### **4.4.7. Red de Drenaje**

El drenaje de la Subestación se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado. En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior el 0,5%, conformando distintas cuencas hacia las zanjas de cables. La conexión de los bajantes de los edificios se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la red general antes mencionada. Se incorporará una cuneta entre el borde del camino de acceso a la Subestación para canalizar el agua hacia la recogida general de la zona. El desagüe de las aguas pluviales se realizará mediante esta red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas al terreno.



#### **4.4.8. Canalizaciones del Aparellaje Eléctrico**

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia se construirá una red de canales para cables prefabricados y zanjas enterradas, respectivamente. En los cruces con los viales se utilizarán unos pasatubos reforzados. El conjunto de los canales de cables de control será de hormigón armado o prefabricados.

#### **4.4.9. Cierre Perimetral**

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar las instalaciones de la subestación estará formado por una malla metálica rematada en su parte superior con alambre de espino, fijado todo sobre postes metálicos de 48,3 mm, colocados cada 2,50 m. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón, rematándose el espacio entre dados con un bordillo prefabricado. El cerramiento así constituido tendrá una altura de 2,30 m sobre el terreno, cumpliendo la mínima reglamentaria establecida en 2,20 m. Se instalarán para el acceso a la subestación dos puertas, una peatonal de doble hoja y 1,5 m de anchura y otra para el acceso de vehículos tipo corredera de 6 m de anchura. Alrededor de todo este vallado se extenderá una capa de grava de 15 cm de espesor y 1 m de anchura, con objeto de limitar la resistencia del terreno y asegurar las tensiones de paso y contacto a toda persona aun cuando esté ubicada en el exterior.

#### **4.4.10. Abastecimiento de Agua y Evacuación de Aguas Residuales**

El abastecimiento de agua, que se utilizará exclusivamente para aseo del personal, se realizará a través de un depósito enterrado que será periódicamente rellenado. Las aguas residuales procedente de los aseos se desaguarán a un depósito estanco, teniendo en cuenta la escasa cantidad de este tipo de residuos. Este depósito estaría dotado de señalización de llenado y sería vaciado periódicamente.

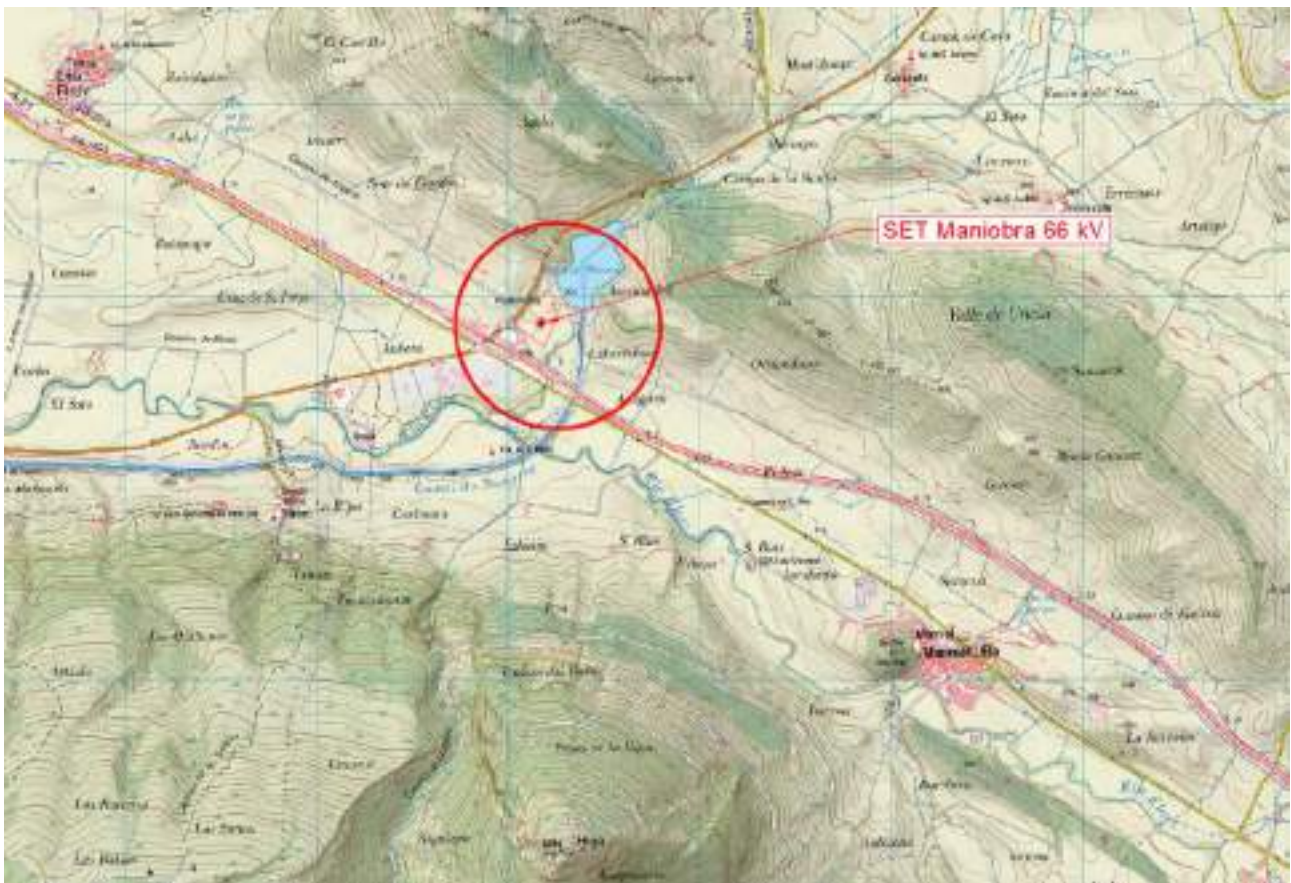
## 5. SE Maniobra 66 kV

### 5.1. Situación y Emplazamiento

La Subestación Elevadora se instalará en una parcela perteneciente al Término Municipal de Monreal, Navarra, en concreto la parcela 46 del polígono1. Las coordenadas (Huso 30 T UTM – ETRS89) de referencia donde se localizará la Subestación Elevadora son las siguientes:

- Coordenada X: 620.176,15 m E
- Coordenada Y: 4.730.857,98 m N

La siguiente imagen ilustra la ubicación de la Subestación:



**Figura 5: Localización Subestación de Maniobra.**

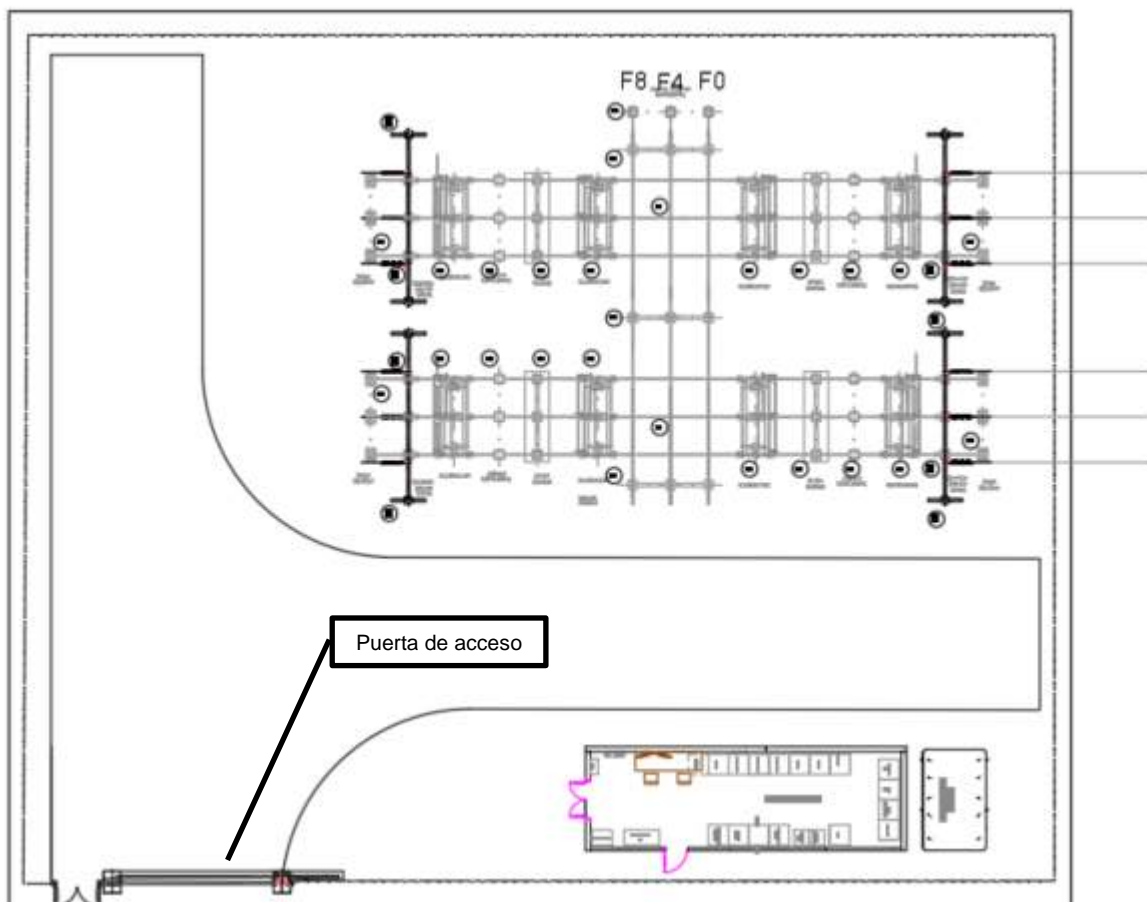
La Subestación Elevadora se ubicará en la parcela de datos catastrales indicada a continuación:

| Polígono | Parcela | Ref. Catastral       | Municipio | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|----------|---------|----------------------|-----------|------------------------------|
| 1        | 46      | 310000000001487257LJ | Monreal   | 36.116,19                    |

*Tabla 23. Polígono y Parcela donde se instalará la Subestación de Maniobra.*

## 5.2. Acceso a la SET de Maniobra

El acceso a la SET Colectora 66 kV se producirá a través de un camino nuevo al cual se accede mediante la carretera NA-234, Navarra, como se aprecian en los planos adjuntos al proyecto.



**Figura**

**6: Puerta de Acceso a la Subestación de Maniobra**



**Figura 7: Situación emplazamiento Subestación Maniobra.**

Las coordenadas de la puerta de acceso son las siguientes:

- Coordenada X: 620.172,19 m E.
- Coordenada Y: 4.730.878,05 m N.

Por otro lado, las coordenadas de la poligonal de la SET Colectora son las siguientes:

| Punto | UTM 30 T (X) | UTM 30 T (Y) |
|-------|--------------|--------------|
| 1     | 620.176,30   | 4.730.883,42 |
| 2     | 620.150,28   | 4.730852,10  |
| 3     | 620.175,99   | 4.730.830,63 |
| 4     | 620.202,04   | 4.730.861,82 |

**Tabla 24. Coordenadas de la poligonal de la Subestación de Maniobra**



## 5.3. Descripción Técnica de la Subestación

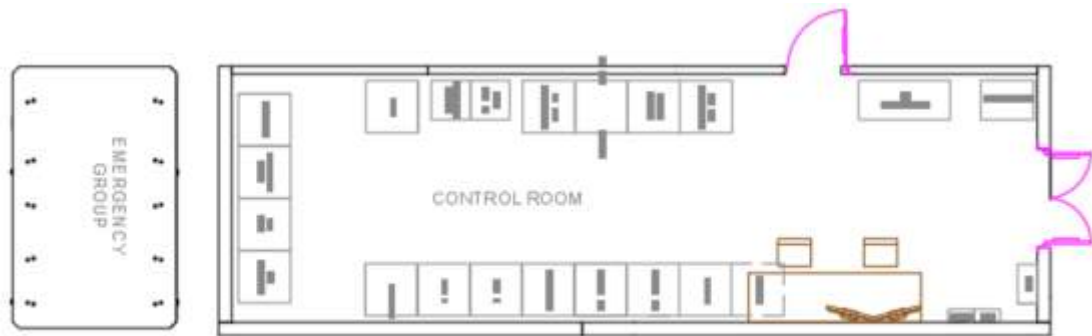
### 5.3.1. Datos Generales

Las características generales de los elementos que conforman la Subestación de Maniobra se recogen en la siguiente tabla:

| Características generales de la Subestación |  |                      |
|---|--|----------------------|
| Nombre de la Subestación                    |  | SE Maniobra 66 kV    |
| Tipo de Subestación                         |  | Maniobra             |
| Tipo de Acometida                           | Entrada (66kV)                         | Aérea                |
|   | Salida (66 kV)                         | Aérea                |
| Niveles de Tensión (kV)                     |  | 66                   |
| Área de la Subestación (m <sup>2</sup> )    |  | 1490,23              |
| Tipo de Edificio de Control                 |  | Construcción in situ |
| Equipos e Instalaciones de la Subestación   | Iluminación Exterior                   |                      |
|   | Aparellaje Alta Tensión Intemperie     |                      |
|   | Celdas Media Tensión Tipo GIS          |                      |
|   | Previsión para Banco de Condensadores  |                      |
|   | Transformadores de SS.AA.              |                      |
|   | Generador Diésel                       |                      |
|   | Vallado perimetral                     |                      |
|   | Control de accesos                     |                      |
|   | Sistema de Seguridad                   |                      |
|   | Sistema de Protección contra Incendios |                      |
|   | Cuadro de SS.AA.                       |                      |
|   | Sistema de Control y Comunicaciones    |                      |
|   | Cuadro de CCTV                         |                      |
| Cuadro de Iluminación                       |  |                      |
| Aire acondicionado                          |  |                      |
| Posiciones nivel de tensión (66 kV)         | Posición de transformador              | 0                    |
|   | Posición de entrada                    | 3                    |
|   | Posición de salida                     | 1                    |

**Tabla 25. Características Generales de la Subestación\*.**

En cuanto al edificio eléctrico o de control de la Subestación, dispondrá de la distribución de salas que muestra la siguiente imagen:



**Figura 8: Distribución del Edificio de Control de la Subestación.**

Las futuras obras e instalaciones de la Subestación contemplarán:

- **Obra Civil.**
  - Movimientos de tierra.
  - Urbanización.
  - Cierre perimetral.
  - Accesos y caminos interiores.
  - Canalizaciones para cables.
  - Fundaciones.
  - Bancadas de Transformadores.
- **Ingeniería Electromecánica.**
  - Estructuras de Pórtico de línea.
  - Estructura de Equipos Principales.
- **Ingeniería Eléctrica.**
  - Conductores principales de Alta tensión.
  - Conductores de Media Tensión.
  - Cableado de Baja tensión.
  - Cableado de Control y Comunicaciones
  - Red de puesta a tierra principal.
  - Red de tierra aérea.
- **Servicios Auxiliares necesarios.**
  - Equipos Principales.
  - Iluminación.
  - Control de Accesos y Seguridad.
  - Sistema de protección Contra Incendios.
  - Ventilación y Aire Acondicionado.





- Edificios Civiles y Salas Eléctricas.
- Ingeniería de Control.
- Ingeniería de Protección.
  - Identificación.
  - Medición.
- Ingeniería de Comunicaciones y SCADA.

A continuación, se describen los equipos que componen la Subestación del Proyecto.

### 5.3.2. Posiciones en 66 kV

Las características generales y específicas de los equipos que conforman las posiciones se describen en los apartados siguientes:

#### 5.3.2.1. Características del Sistema 66 kV

| Características del Sistema 66 kV              |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Tensión nominal (kV)                           | 66                                    |
| Tensión más elevada del material, Um (kV)      | 72,5                                  |
| Tensión soportada a frecuencia industrial (kV) | 140                                   |
| Tensión soportada a rayo                       | 325                                   |
| Conexión del neutro                            | Neutro conectado rígidamente a tierra |
| Distancia mínima de fuga (mm/kV)               | 31,5                                  |
| Intensidad nominal de equipos (A)              | 1250                                  |
| Intensidad máxima de defecto trifásico (kA)    | 31,5                                  |
| Duración del defecto trifásico (s)             | 1                                     |

Tabla 26. Características del Sistema 66 kV.

#### 5.3.2.2. Conductores

Las características del conductor empleado para la interconexión entre equipos son las que se indican a continuación:

| Características Conductores            |                          |
|--|--------------------------|
| Denominación                           | 147-AL1/34-ST1A (LA-180) |
| Material                               | Aluminio-Acero           |
| Composición                            | 30 + 7                   |
| Sección de aluminio (mm <sup>2</sup> ) | 147,3                    |



| <b>Características Conductores</b>                   |                         |
|--|-------------------------|
| Sección de acero (mm <sup>2</sup> )                  | 34,4                    |
| Sección total (mm <sup>2</sup> )                     | 181,6                   |
| Diámetro de conductor (mm)                           | 17,5                    |
| Masa lineal (kg/km)                                  | 675,80                  |
| Carga de rotura (daN)                                | 64940                   |
| Resistencia en c.c. 20°C (Ω/km)                      | 0,1963                  |
| Módulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )           | 8000                    |
| Coefficiente de dilatación lineal (C <sup>-1</sup> ) | 17,9 x 10 <sup>-6</sup> |
| Densidad de corriente (A/mm <sup>2</sup> )           | 2,33                    |
| Intensidad de corriente (A)                          | 424                     |

**Tabla 27. Características Conductor.**

### 5.3.2.3. Interruptor Automático

Se emplearán interruptores automáticos tripolares de las siguientes características:

| <b>Características Interruptor 66 kV</b> |                             |
|--|-----------------------------|
| Nº de polos                              | 3                           |
| Instalación                              | Intemperie                  |
| Intensidad nominal (A)                   | 1250                        |
| Poder de corte nominal (kA)              | 31,5                        |
| Duración nominal c.c. (s)                | 1                           |
| Secuencia de maniobra nominal            | 0 – 0,3 s - CO - 3 min - CO |
| Medio de extinción                       | SF6                         |
| Mando tipo                               | 3x Resorte                  |

**Tabla 28. Características del Interruptor 66 kV.**

El mando será eléctrico de acumulación de energía a resorte, que se rearmará con un motor accionado en corriente continua. Las bobinas de cierre y disparo se podrán accionar localmente o de manera remota. Dispondrá del suficiente número de contactos auxiliares necesarios para la señalización y enclavamientos. El mando estará alojado en un armario estanco, provisto de resistencia de calefacción para evitar condensaciones. El interruptor debe constar con dos bobinas de disparo y bobina de mínima tensión.



#### 5.3.2.4. Seccionador

Los seccionadores tendrán las siguientes características:

| Características Seccionador 66 kV        |                |
|--|----------------|
| Nº de polos                              | 3              |
| Instalación                              | Intemperie     |
| Nº de columnas por polo                  | 3              |
| Apertura                                 | Horizontal     |
| Intensidad nominal (A)                   | 1250           |
| Intensidad admisible corta duración (kA) | 31,5           |
| Accionamiento cuchillas principales      | 1 x motorizado |
| Accionamiento cuchillas secundarias      | 1 x motorizado |

**Tabla 29. Características del Seccionador 66 kV.**

Seccionador tripolar de tres columnas, con la central giratoria y apertura doble lateral. Para el accionamiento de los tres polos se dispone de un motor eléctrico. Se instalará una caja de mando que contendrá los elementos de protección y accionamiento del motor, así como los pulsadores de cierre y apertura, selector local-remoto, lámparas de señalización y contador de maniobras. El seccionador se puede accionar también manualmente mediante manivela. Los seccionadores disponen de cuchillas de puesta. El accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra se puede realizar por motor eléctrico o bien manualmente, para ello tendrá una caja de mando local.

#### 5.3.2.5. Transformadores de Tensión Inductivos

Las características principales de los transformadores de tensión inductivos serán las siguientes:

| Características Transformador de Tensión Inductivo 66 kV |   |
|--|---|
| Instalación  | Intemperie  |
| Nº de núcleos  | 3   |
| Relación de Transformación (kV)                          | $66:\sqrt{3} / 0,11:\sqrt{3}-0,11:\sqrt{3}-0,11:\sqrt{3}$ |
| Factor de tensión  | 1,5 Un 30s  |
| Factor de tensión en servicio continuo                   | 1,2 Un  |

**Tabla 30. Características del Transformador de Tensión 66 kV.**



### 5.3.2.6. Transformador de Intensidad

Las características principales de los transformadores de intensidad serán las siguientes:

| Características Transformador de Intensidad Posición de Línea 66 kV |                 |                |                 |
|---|-----------------|----------------|-----------------|
| Instalación   | Intemperie      |                |                 |
| Nº de núcleos   | 4               |                |                 |
| Relación de Transformación y clases de precisión                    |                 |                |                 |
|   | Núcleo 1        | 300-600 / 5A   | 10 VA; CL 0,2s  |
|   | Núcleo 2        | 300-600 / 5A   | 10 VA; CL 0,5s  |
|   | Núcleo 3        | 1000-2000 / 5A | 20 VA; CL 5P-20 |
|   | Núcleo 4        | 1000-2000 / 5A | 20 VA; CL 5P-20 |
| Sobreintensidad admisible en permanencia                            | 1,2 In primaria |                |                 |

**Tabla 31. Características Transformador de Intensidad Posición de Línea.**

### 5.3.2.7. Pararrayos Autovalvulares

Las características principales de los pararrayos autovalvulares serán las siguientes:

| Características Pararrayos Autovalvulares 66 kV |               |
|---|---------------|
| Tipo  | Óxido de Zinc |
| Conexión  | Fase-Tierra   |
| Contador de descargas                           | No            |
| Tensión más elevada de la red (Um)              | 72,5 kV       |
| Tensión asignada (Ur)                           | 42 kV         |
| Tensión funcionamiento continuo (Uc)            | 60 kV         |
| Intensidad nominal de descarga                  | 10 kA         |

**Tabla 32. Características de los Pararrayos autovalvulares 66 kV.**

Las autoválvulas están constituidas por tres unidades herméticas selladas que contienen los bloques de resistencias de óxido de zinc.

### 5.3.3. Sistema de Medida

El sistema de medida en la Subestación de Maniobra se realizará teniendo en cuenta las especificaciones establecidas por la normativa vigente.

En primer lugar, el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, establece en el Artículo 7 los distintos tipos de puntos de medida y fronteras, clasificados del 1 al 5, en función de la potencia o energía de interconexión, según el tipo de instalación conectada.



El Artículo 8 de este Real Decreto, establece que los contadores estáticos de medida deberán recibir autorización para su uso e instalación, basada en el cumplimiento de la norma UNE-EN 62053-22, para la medida de energía activa, y de la norma UNE-EN 62053-23, para la medida de energía reactiva. Adicionalmente, se establece que los transformadores de medida deberán estar conformes a la norma UNE-EN 60044 o norma que la sustituya.

Finalmente, en el Artículo 9 se establecen las clases de precisión requeridas para los transformadores de medida y contadores, en función del tipo de medida y frontera.

Será de aplicación también la Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, con todas sus Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida, en las cuáles se establece, entre otros, las características de las medidas principales, redundantes y comprobantes, en función del tipo de frontera.

De acuerdo con el RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, la medida individual de cada Planta Eólica se hará con una medida principal de la energía en el lado de 66 kV, concretamente en la celda de línea de cada una de estas ubicadas en la propia subestación. Disponiendo para ello de transformadores de medida adaptados a la legislación, con el cuadro de contadores y registrador principal situados en el interior del edificio de control de la subestación.

Las características y modo de instalación de los equipos de medida cumplirán con la normativa y las prescripciones previamente citadas. Teniendo en cuenta esta clasificación, para estas medidas se dispondrá de los devanados secundarios adecuados en los transformadores de medida de intensidad y tensión.

Adicionalmente, en la implantación de la subestación se ha habilitado un cuarto de contadores con acceso exterior a la subestación, con objeto de que los operarios de la compañía distribuidora puedan acceder a los contadores y equipos de medida.

#### **5.3.4. Sistema de Servicios Auxiliares**

Los Servicios Auxiliares distribuirán la energía necesaria para el aparellaje y equipos instalados en la subestación, para asegurar la calidad del servicio y la seguridad que son necesarias para su funcionamiento fiable.

Los Servicios Auxiliares se dividirán en los de corriente continua y los de corriente alterna, y tendrán las siguientes características generales:



| <b>Corriente Alterna (C.A.)</b>  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| Características Generales        | 400 / 230 V ; 50 Hz      |
| Transformadores de SS.AA.        | 66 / 0,4 kV ; 160 kVA    |
| Generador Diesel                 | 400 V ; 160 kVA          |
| Otros equipos:                   | Interruptores BT         |
| <b>Corriente Continua (C.C.)</b> |                          |
| Características Generales        | 125 Vcc / 24 Vcc         |
| Equipos:                         | Rectificador             |
|                                  | Batería                  |
|                                  | Convertidor 125 / 24 Vcc |
|                                  | Interruptores BT         |
|                                  | Inversor                 |

**Tabla 33. Características Sistema SS.AA.**

El sistema de Servicios Auxiliares alimentará a una serie de cargas y equipos de la Subestación Elevadora, que pueden clasificarse entre Esenciales y No Esenciales, según la tabla a continuación:

| <b>Tipos de Cargas de SS.AA.</b> |  |
|----------------------------------|--|
| Cargas Esenciales                | Equipos de Protección                    |
|                                  | UCP (Unidad de Control de Posición)      |
|                                  | UCS (Unidad de Central de Subestación)   |
|                                  | Sistema de Comunicaciones                |
|                                  | Sistema de Protección Contra Incendios   |
|                                  | Alarmas en general                       |
|                                  | Maniobras de Interruptores               |
| Cargas No Esenciales             | Climatización                            |
|                                  | Sistema Anti-intrusión                   |
|                                  | Sistema de Ventilación del Transformador |
|                                  | Alumbrado interior edificio              |
|                                  | Motor Resorte                            |
|                                  | Motor Seccionador                        |
|                                  | Alumbrado interior cuadros               |

**Tabla 34. Tipos de Cargas de SS.AA.**

Así, las cargas Esenciales serán aquellas que su continuidad de funcionamiento es vital para la seguridad de las instalaciones, y se alimentarán desde el sistema de almacenamiento de baterías, bien de forma directa



por los circuitos de C.C. de la Subestación o mediante el empleo de un inversor de C.C. / C.A. para las cargas de C.A.

En segundo lugar, las cargas No Esenciales serán aquellas que su continuidad de funcionamiento no es vital para la seguridad de las instalaciones. Éstas cargas se alimentarán de manera general, a través de los circuitos de C.A.

### **5.3.5. Sistema de Telecomunicaciones**

Las necesidades de servicios de telecomunicaciones consisten en servicios de telefonía, canales de comunicación para las protecciones de línea, circuitos de telecontrol y de telegestión. Para la comunicación de las protecciones se utilizarán enlaces por fibra óptica para las protecciones primarias, secundarias y teledisparo. Se dotará al edificio de control de la subestación de fibra óptica multimodo y red de telefonía con protocolo IP.

En la Subestación se instalará una central telefónica para dar los servicios necesarios. Para la integración de esta central en la red IP se utilizará por un lado un router conectado con 2 tramos de 10 Mbits con la central que se determine y por otro lado con 1 switch. Se instalarán dos estaciones base DECT para la telefonía inalámbrica. Una de ellas en el interior del edificio de mando y otra en la cubierta de este. Esta última será de intemperie y dispondrá de una antena direccionable que proporcione cobertura en la totalidad de la Subestación.

Las alarmas emisión/recepción del equipo terminal de onda portadora y la alarma general de la teleprotección de baja frecuencia se cablearán a relés auxiliares para su supervisión.

La telegestión de equipos se realizará a través de la red IP. Para los servicios de telefonía y datos, en el edificio de mando, se instalará cableado estructurado mediante cables de categoría 5 o superior. Este cableado partirá del armario principal de comunicaciones ubicado en dicha sala, y llegará radialmente a todas las dependencias y casetas donde sea necesario.

Para interconectar el CCS con las miniULC's de las posiciones, al igual que las protecciones primarias con la sala de comunicaciones, se dispondrá de una red doble estrella para la cual se colocarán dos cables dieléctricos antirroedores de 16 fibras ópticas multimodo entre las casetas y la sala de comunicaciones del edificio de control donde se instalará un armario repartidor por dos canalizaciones diferentes, a ser posible. También se tenderán 6 cables de 16 fibras ópticas multimodo entre la sala de comunicaciones y la sala de control.



### 5.3.6. Sistema de Control y Protecciones

La Subestación contará con un sistema de control integrado que comprende el alcance descrito en los siguientes apartados:

#### 5.3.6.1. Parque en 66 kV

##### Funciones de Protección

- 2 Discordancia de polos.
- 3 Supervisión de la bobina de disparo.
- 50BF Fallo del interruptor.
- 21 Protección de distancia.
- 87L Protección diferencial de línea.
- 87B Protección diferencial de barras.
- 67 Protección de sobreintensidad direccional.
- 67N Protección de sobreintensidad direccional de neutro.
- 81M/m Protección de sobre/sub-frecuencia.
- 27 Protección contra mínima tensión.
- 59 Protección contra máxima tensión.
- 25 Protección de sincronismo.
- 79 Protección de reenganche.
- 64 Protección contra faltas a tierra.
- 50/51 Protección de sobreintensidad instantánea/temporizada de fase.
- 51N Protección de sobreintensidad de neutro instantánea/temporizada.
- 63 Relé Buchholz.
- 49 Relé imagen térmica.
- 26 Relé de temperatura.
- 71 Relé de nivel de aceite.
- 86 Disparo y bloqueo de cierre.
- Teledisparo, mediante comunicación por fibra óptica, al extremo de la línea.

### 5.3.7. Sistema de Puesta a Tierra de la Subestación

El sistema de puesta a tierra general de la Subestación Elevadora se diseñará a partir de la norma IEEE 80, siempre bajo el cumplimiento de la ITC-RAT 13.





La red de puesta a tierra se ejecutará a partir de una malla metálica enterrada. El material conductor y la sección a emplear en la malla de puesta a tierra deberá estar acorde a la Sección 11 de la norma IEEE 80. El diseño de la red de puesta a tierra será a partir de una malla de conductores, unidos entre sí formando una cuadrícula, y se instalarán picas de puesta a tierra, como mínimo, en los extremos de la malla de puesta a tierra, con objeto de favorecer la disipación de las corrientes de falta hacia la tierra.

El cálculo de la puesta a tierra se llevará a cabo a partir de la formulación descrita en la Sección 16 de la norma IEEE 80, y deberá de verificar que, en caso de intensidad drenada en el terreno por el hecho de una falta, no se superen en ningún punto de la instalación las tensiones de paso y de contacto admitidas. Los valores admisibles máximos para tensiones de paso y contacto se calcularán a partir de las expresiones de la Sección 8 de la norma IEEE 80.

Rodeando el cerramiento de la subestación, a 1 m de la distancia de este, tanto por el interior como por el exterior, se coloca un cable perimetral, unido al resto de la malla de tierra, con objeto de evitar que se produzcan tensiones de contacto superiores a las permitidas en las cercanías del cerramiento, que son los puntos más conflictivos y de acceso general a personas.

En cuanto a los elementos metálicos presentes en la Subestación, como carcasas de equipos, vallado perimetral, puertas, tuberías, etc, se unirán también a la malla de tierra. Para ello se dejarán previstas las correspondientes derivaciones de cable, así como tramos de cable de longitud suficiente para unir directamente a la malla, sin conexiones desmontables, las puestas a tierra de servicio, como son los neutros de los transformadores, las autoválvulas y las cuchillas de puesta a tierra.

#### ○ **Puesta a Tierra Superior**

La red de puesta a tierra superior o sistema de protección contra rayos tiene como cometido la captación de descargar atmosféricas y su conducción a la malla de tierra, para que pueda ser disipada sin poner en riesgo la seguridad del personal ni de la Subestación.

El diseño de este sistema estará basado en las especificaciones de la norma UNE-EN 62305, debiéndose realizarse un estudio del riesgo en función del emplazamiento y de las características de la Subestación. El sistema adoptará el modelo electrogeométrico de las descargas atmosféricas, cuyo criterio de seguridad que establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los pararrayos.

Mediante el estudio del riesgo, se valorarán las distintas pérdidas a partir de las directrices marcadas por la norma UNE-EN 62305-2. En función del nivel de riesgo, se establecerá un nivel de protección contra el rayo, que designará las pautas del sistema de protección contra rayos.



Para este tipo de Subestaciones, el sistema típico de protección contra rayos consiste en la colocación de pararrayos, que protegen a los equipos de la subestación. Estos pararrayos estarán unidos a la red de tierra enterrada de la subestación a través de las estructuras metálicas que los soportan.

### **5.3.8. Sistemas Complementarios**

#### **5.3.8.1. Alumbrado**

La subestación dispondrá de un sistema de alumbrado exterior y otro sistema de alumbrado interior con un mínimo de luminosidad que permita realizar las maniobras precisas con total seguridad para el trabajador. La instalación de alumbrado deberá de ser conforme y seguir las especificaciones de la norma UNE-EN 12464.

La iluminación exterior estará compuesta por lámparas de vapor de sodio de alta presión alojadas en proyectores de tecnología LED, instalados a una altura que permita un mantenimiento sencillo. Éstas serán encendidas por medio de un reloj programador instalado en el cuadro de servicios auxiliares que podrá ser programado manual o automáticamente.

Por otra parte, el sistema de alumbrado interior permitirá realizar cualquier operación con seguridad por medio de pantallas para tubos fluorescentes o por medio de equipos de tecnología LED equivalentes.

Además, se instalará un alumbrado de emergencia que se encuentre alimentado mediante grupos autónomos y contenga lámparas de incandescencia. Esta iluminación tendrá una luminancia mínima de 10 lx cuando se produzca una emergencia y de 1 lx cuando el sistema de alumbrado funcione con normalidad.

Se entrará al estado de emergencia cuando falle el alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de la nominal.

#### **5.3.8.2. Sistema de Seguridad**

La Subestación contará con un sistema de seguridad cuya función principal será proteger el interior de la instalación de cualquier intrusión no deseada, y estará compuesto por los siguientes elementos:

- Sistema de control de acceso: Tanto en la puerta de acceso a la Subestación como en la entrada del Edificio de Control se instalará un sistema de control de acceso compuesto por dos lectores de proximidad, uno exterior (de entrada) y otro interior (de salida) que indicarán al sistema respectivamente la entrada y salida de personas del recinto de la Instalación.
- Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) con cámaras que permitan la vigilancia en tiempo real y en alta definición de todo el perímetro de la Instalación, contando con sistema de grabación de vídeo incorporado.



- Detectores de Intrusión: Se instalarán detectores de intrusión insensibles a perturbaciones atmosféricas y vehículos circulantes por las cercanías, garantizando la detección de cualquier intruso en el perímetro de la instalación.

El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que pueda barrer toda la extensión de la Subestación, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente.

Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras de vídeo serán de tipo térmicas analógicas, las cuales se convertirán en digitales para poder transmitir la señal a través de fibra óptica. Serán de uso exterior, térmicas con lente de 10° de apertura y 19, 24 o 50 mm de longitud focal.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente. Se instalarán en lugares altos, quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos.

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

El Sistema de Seguridad deberá tener alimentación desde el Sistema de Servicios Auxiliares de la Subestación.

El propio sistema será el encargado de gestionar automáticamente las señales de alarma, comprobando en primer lugar si se trata de una alarma no deseada. En caso de intrusión, el sistema enviará una señal de aviso al centro integral de seguridad y al responsable de la instalación, que procederá a su verificación, y avisando si procede a las fuerzas de seguridad, bomberos, etc.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad mediante vigilancia permanente.

### **5.3.8.3. Sistema de Protección Contra Incendios**

Se instalará en la Subestación un Sistema de Protección Contra Incendios, en base a los requisitos establecidos por el Real Decreto 2267/2004, y por el RD 337/2014 ITC-RAT-14 e ITC-RAT-15. El Sistema de Protección Contra Incendios dispondrá de los siguientes elementos:



- **Sistema de extinción:** En lo que se refiere al sistema de extinción, se instalarán extintores portátiles en todos los sectores de incendio de la subestación y serán seleccionados e instalados de acuerdo con lo indicado en la normativa.  
El parque de intemperie se considerará como un área susceptible de incendio adecuando la extinción según las necesidades. Aquellos extintores que se instalen en intemperie estarán protegidos por un armario. Para el transformador de potencia se instalarán elementos fijos de extinción automática de incendios.
- **Sistema de detección:** Se dotará al edificio de un sistema que cubra todas las dependencias de este. Estará conformado por una central de incendios para comunicación y mando del sistema, sirenas de aviso, detectores de humo y llama, y pulsadores de alarma.
- **Medidas de protección pasiva:** Se aplicarán sistemas contra propagación del fuego en los pasos de cables entre las salas del Edificio de Control y en las entradas de cables al edificio. Además, los cables se dispondrán en bandejas en el falso suelo del edificio, con objeto de disponer tendidos ordenados y separados.

#### **5.3.8.4. Ventilación y Aire Acondicionado**

Dado que el Edificio de Control aloja equipos electrónicos y así mismo al personal de la Subestación, por motivos de su trabajo normal de operación local y mantenimiento, es necesario climatizarla para mantener en ella una temperatura adecuada.

El sistema de climatización debe ser capaz de compensar las pérdidas térmicas de los equipos de la Sala de Control y Comunicaciones, y de los equipos de la Sala de Celdas de MT.

Para la climatización del Edificio de Control se instalarán unidades de aire acondicionado mural, sistema Split, tipo partido, con bomba de calor aire-aire, absorbiendo la capacidad frigorífica necesaria para cada sala.

#### **5.3.9. Limitación de los Campos Magnéticos**

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones 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. Así, deberá comprobarse que el valor de los campos magnéticos no supera lo establecido en el Real Decreto 1066/2001.

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:



- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición al tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.

No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

## **5.4. Descripción de los Trabajos de Construcción de la Subestación**

### **5.4.1. Movimiento de Tierras**

Se explanará el terreno, llevándose a cabo el desbroce y retirada de la tierra vegetal, que se acopiará en obra para su extendido final en las zonas libres exteriores, procediéndose posteriormente a la realización de trabajos de excavación y relleno compactado en las correspondientes zonas hasta la referida cota de explanación. Las zonas libres interiores de la explanada se terminarán con una capa de grava de canto rodado de hasta 15 cm de espesor, favoreciendo así el drenaje de la plataforma. La transición de la explanada con el terrero natural se resolverá mediante taludes. El movimiento de tierras será realizado conforme a las instrucciones de la Dirección Facultativa y a la vista del estudio geotécnico que ha de realizarse previamente al inicio de las obras.

### **5.4.2. Urbanizados de la Zona y Viales**

Se ha proyectado el acceso a la subestación a través de un tramo de firme flexible a construir desde el camino limítrofe con la parcela hasta la puerta de acceso de la subestación. Los viales interiores serán de firme rígido de 15 cm de hormigón HA-300 sobre una base de material seleccionado. El ancho de estos será de 6 metros. Los materiales a utilizar cumplirán las Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Se recubrirá una capa de grava de 15 cm de espesor en la superficie de la subestación, con el fin de alcanzar la resistencia eléctrica necesaria del terreno para limitar las tensiones de paso y de contacto, así como mejorará el drenaje y el desplazamiento por el parque.

### **5.4.3. Accesos**

El acceso a la nueva subestación se realizará a través de un vial de 7 metros de ancho de nueva construcción, el cuál garantizará el acceso a la plataforma de los vehículos portadores de los equipos.



El acceso será de firme flexible con una banda de rodadura de zahorra de 25 cm (CBR>20) compactada al 100% del P.M, sobre una base de suelo seleccionado de 20 cm, previamente se realizará el saneamiento de la capa superior de cobertura vegetal.

#### **5.4.4. Edificio de Control**

En la Subestación se construirá un Edificio de una planta, de dimensiones adecuadas para albergar las instalaciones y equipos, conforme a los planos de planta, alzado y secciones del presente proyecto.

Albergará el edificio los equipos de comunicaciones de toda la subestación, la unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería cuadros de servicios auxiliares de c.c. y c.a y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y antiintrusismo.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto, cerramiento prefabricado con voladizo superior y peto y cubierta plana con placas alveolares e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

Las salas de control, de comunicaciones, y de media tensión contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables.

Para la climatización del Edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado solo frío en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

#### **5.4.5. Cimentación para Transformador y Sistema de Recuperación y Recogida de Aceite**

Para la cimentación y movimiento del transformador se realizará una bancada de raíles para facilitar su desplazamiento. Esta bancada realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador y, por lo tanto, estará unida al depósito general de recogida de aceite mediante tubos de fibrocemento. La bancada del transformador se diseñará como una viga elástica apoyada en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio. El depósito de recogida de aceite, conectado con la bancada del transformador, estará constituido por muretes y solera de hormigón armado con un acabado impermeable. La parte superior estará formada por un forjado



unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado y bovedilla cerámica. La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de dieléctrico del transformador, mayorada en previsión de entrada de agua.

#### **5.4.6. Cimentación para Soportes Metálicos y Pórticos**

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparamenta de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado). Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con la naturaleza del terreno. El método de cálculo empleado será el de Sulzberger que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno. No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación, cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco. El coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5.

#### **5.4.7. Red de Drenaje**

El drenaje de la Subestación se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado. En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior el 0,5%, conformando distintas cuencas hacia las zanjas de cables. La conexión de los bajantes de los edificios se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la red general antes mencionada. Se incorporará una cuneta entre el borde del camino de acceso a la Subestación para canalizar el agua hacia la recogida general de la zona. El desagüe de las aguas pluviales se realizará mediante esta red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas al terreno.

#### **5.4.8. Canalizaciones del Aparellaje Eléctrico**

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia se construirá una red de canales para cables prefabricados y zanjas enterradas, respectivamente. En los cruces con los viales se utilizarán unos pasatubos reforzados. El conjunto de los canales de cables de control será de hormigón armado o prefabricados.

#### **5.4.9. Cierre Perimetral**

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar las instalaciones de la subestación estará formado por una malla metálica rematada en su parte superior con alambre de espino, fijado todo sobre postes metálicos de 48,3 mm, colocados cada 2,50 m. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón, rematándose el espacio entre dados con un bordillo prefabricado. El cerramiento así constituido



tendrá una altura de 2,30 m sobre el terreno, cumpliendo la mínima reglamentaria establecida en 2,20 m. Se instalarán para el acceso a la subestación dos puertas, una peatonal de doble hoja y 1,5 m de anchura y otra para el acceso de vehículos tipo corredera de 6 m de anchura. Alrededor de todo este vallado se extenderá una capa de grava de 15 cm de espesor y 1 m de anchura, con objeto de limitar la resistencia del terreno y asegurar las tensiones de paso y contacto a toda persona aun cuando esté ubicada en el exterior.

#### **5.4.10. Abastecimiento de Agua y Evacuación de Aguas Residuales**

El abastecimiento de agua, que se utilizará exclusivamente para aseo del personal, se realizará a través de un depósito enterrado que será periódicamente rellenado. Las aguas residuales procedente de los aseos se desaguarán a un depósito estanco, teniendo en cuenta la escasa cantidad de este tipo de residuos. Este depósito estaría dotado de señalización de llenado y sería vaciado periódicamente.





## 6. LAAT 66 KV y LSMT 20 kV

### 6.1. Introducción

Como parte de las infraestructuras comunes de evacuación de los parques eólicos, se dispondrá de una línea de evacuación que permita conectar el CS con la SE Elevadora 66/20 kV y desde esta SE hasta la SE Maniobra 66 kV.

A continuación, se describe la información general de la línea objeto de este proyecto. En los siguientes apartados se indicarán y justificarán las características generales de diseño, cálculos y construcción que debe atender la misma.

| Línea Evacuación               | Tramo 1                  |
|--------------------------------|--------------------------|
| Denominación de línea          | LSMT 20 kV Ventajud      |
| Tipo de línea                  | subterránea              |
| Nivel de Tensión (kV)          | 20                       |
| Categoría                      | Tercera                  |
| Nudo del extremo de red        | SE Elevadora 66/20 kV    |
| Nudo del extremo de generación | Centro de seccionamiento |
| Longitud (km)                  | 3,66                     |

**Tabla 35. Información General de la LSMT 20 kV.**

| Línea Evacuación               | Tramo 2               |
|--------------------------------|-----------------------|
| Denominación de línea          | LAAT 66 kV Ventajud   |
| Tipo de línea                  | aérea                 |
| Nivel de Tensión (kV)          | 66                    |
| Categoría                      | Tercera               |
| Nudo del extremo de red        | SE Maniobra 66 kV     |
| Nudo del extremo de generación | SE Elevadora 66/20 kV |
| Longitud (km)                  | 0,44                  |

**Tabla 36. Información General de la LAAT 66 kV.**



| Línea Evacuación               | Tramo 3                                       |
|--------------------------------|---|
| Denominación de línea          | LAAT 66 kV Ventajud                           |
| Tipo de línea                  | aérea   |
| Nivel de Tensión (kV)          | 66  |
| Categoría                      | Tercera                                       |
| Nudo del extremo de red        | Apoyo 545 de la línea 58- CORDOVILLA-SANGUESA |
| Nudo del extremo de generación | SE Maniobra 66 kV                             |
| Longitud (km)                  | 0,123 (doble circuito)                        |

**Tabla 37. Información General de la LAAT 66 kV.**

La línea de evacuación se proyecta en los Términos Municipales de Monreal en la Comunidad de Navarra.

A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 30 T) aproximadas del inicio y fin de la línea:

Tramo 1:

| Emplazamiento de la Línea de Evacuación | Inicio de Línea  | Fin de Línea     |
|---|------------------|------------------|
| Zona                                    | 30 T             | 30 T             |
| Abscisa (X)                             | 622.671,22 m E   | 620.514,56 m E   |
| Norte (Y)                               | 4.730.436,93 m N | 4.730.659,85 m N |

**Tabla 38. Localización de la Línea de Evacuación LSMT 20 kV Ventajud**

Tramo 2:

| Emplazamiento de la Línea de Evacuación | Inicio de Línea  | Fin de Línea     |
|---|------------------|------------------|
| Zona                                    | 30 T             | 30 T             |
| Abscisa (X)                             | 620.514,56 m E   | 620.176,15 m E   |
| Norte (Y)                               | 4.730.659,85 m N | 4.730.857,98 m N |

**Tabla 39. Localización de la Línea de Evacuación LAAT 66 kV Ventajud**

Tramo 3:

| Emplazamiento de la Línea de Evacuación | Inicio de Línea  | Fin de Línea |
|---|------------------|--------------|
| Zona                                    | 30 T             | 30 T         |
| Abscisa (X)                             | 620.176,15 m E   | 620.295,52   |
| Norte (Y)                               | 4.730.857,98 m N | 4.730.892,12 |

**Tabla 40. Localización de la Línea de Evacuación LAAT 66 kV Ventajud**

El inicio de la línea subterránea de 20 kV se encuentra en la salida del centro de seccionamiento ubicado en el parque eólico, en término municipal de Monreal, y el fin de línea se localizará en la SE Elevadora 66/20 kV, en el término municipal de Monreal (Navarra)

La línea aérea de 66 kV Ventajud tendrá dos tramos. En el primero, su inicio se encuentra en la SE Elevadora 66/20 kV y el fin de línea se localizará en la SE Maniobra 66 kV. En el segundo tramo, tendrá su inicio en SE Elevadora 66/20 kV y el fin de la línea se encontrará en el apoyo 545 de la línea 58-CORDOVILLA-SANGUESA. Todo el trazado discurre por el término municipal de Monreal (Navarra). Este último tramo junto a la SE Maniobra 66 kV, serán cedidos a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes.

A continuación, se muestra el plano de localización de las líneas mostrando en azul el trazado de la línea subterránea de 20 kV y en amarillo la línea aérea de 66 kV.



**Figura 9: Localización LAAT 66 kV Ventajud y LSMT 20 kV Ventajud (1/2).**



**Figura 10: Localización LAAT 66 kV Ventajud y LSMT 20 kV Ventajud (2/2).**

## 6.2. Trazado

El trazado discurre por el municipio de Monreal, Provincia de Navarra. Parte desde el centro de seccionamiento hasta la SE Elevadora 66/20 kV.

A continuación, se enumeran las parcelas afectadas por el trazado de la Línea de Evacuación:

| T.M.    | POLÍGONO | PARCELA | REF CATASTRAL        |
|---------|----------|---------|----------------------|
| Monreal | 2        | 340     | 310000000001293091BH |
| Monreal | 2        | 248     | 310000000001293005UE |
| Monreal | 2        | 247     | 310000000001293004YW |
| Monreal | 2        | 246     | 310000000001293003TQ |
| Monreal | 2        | 245     | 310000000001293002RM |
| Monreal | 2        | 244     | 310000000001293001EX |
| Monreal | 2        | 242     | 310000000001292999AU |
| Monreal | 2        | 241     | 310000000001292998PY |
| Monreal | 2        | 240     | 310000000001292997OT |
| Monreal | 2        | 239     | 310000000001292996IR |
| Monreal | 2        | 236     | 310000000001292993TQ |
| Monreal | 2        | 261     | 310000000001293018JD |
| Monreal | 2        | 262     | 310000000001293019KF |
| Monreal | 2        | 264     | 310000000001293021JD |
| Monreal | 2        | 277     | 310000000001293032WZ |
| Monreal | 2        | 257     | 310000000001293014DO |
| Monreal | 2        | 162     | 310000000001292919QB |
| Monreal | 2        | 161     | 310000000001292918ML |



| T.M.    | POLÍGONO | PARCELA | REF CATASTRAL        |
|---------|----------|---------|----------------------|
| Monreal | 2        | 160     | 310000000001292917XK |
| Monreal | 2        | 145     | 310000000001292902PY |
| Monreal | 2        | 108     | 310000000001292865YW |
| Monreal | 2        | 109     | 310000000001292866UE |
| Monreal | 2        | 110     | 310000000001292867IR |
| Monreal | 2        | 112     | 310000000001292869PY |
| Monreal | 1        | 33      | 310000000001292783GA |
| Monreal | 1        | 38      | 310000000001292787LG |
| Monreal | 1        | 39      | 310000000001292788BH |
| Monreal | 1        | 42      | 310000000001292791BH |
| Monreal | 1        | 98      | 310000000001292840PY |
| Monreal | 1        | 43      | 310000000001292792ZJ |
| Monreal | 1        | 46      | 310000000001487257LJ |
| Monreal | 2        | 91620   | -                    |
| Monreal | 2        | 91560   | -                    |
| Monreal | 2        | 91570   | -                    |
| Monreal | 2        | 91580   | -                    |
| Monreal | 2        | 91530   | -                    |
| Monreal | 2        | 91490   | -                    |
| Monreal | 2        | 91450   | -                    |
| Monreal | 1        | 91500   | -                    |
| Monreal | 1        | 91160   | -                    |

**Tabla 41. Parcelas Afectadas por el trazado de LASAT 66 kV Ventajud.**

Durante el desarrollo del proyecto para la autorización administrativa de construcción estas parcelas podrían verse modificadas.

A continuación, se enumeran las coordenadas UTM Huso 30 T de los apoyos de los que constará la LAAT, así como el inicio y fin de las partes soterradas:

| Trazado/Apoyos                                     | UTM (X)                               | UTM (Y)                                   |
|--|---------------------------------------|---|
| Línea subterránea                                  | Inicio: 622.671,22<br>Fin: 620.176,15 | Inicio: 4.730.436,93<br>Fin: 4.730.857,98 |
| Apoyo 1  | 620.470,49                            | 4.730.682,76                              |
| Apoyo 2  | 620.283,93                            | 4.730.693,63                              |
| Apoyo 3  | 620.136,30                            | 4.730.798,14                              |
| Apoyo 4  | 620.156,12                            | 4.730.821,92                              |
| Apoyo 5  | 620.199,14                            | 4.730.874,97                              |
| Apoyo 6  | 620.267,75                            | 4.730.873,93                              |
| Apoyo 545 de la línea<br>58-COROVILLA-<br>SANGUESA | 620.295,52                            | 4.730.892,15                              |

**Tabla 42. Coordenadas del trazado y de los apoyos.**



### 6.3. Afecciones

La implantación de la línea de evacuación afecta a varios servicios, con distintos organismos competentes implicados.

A continuación, se enumeran los cruces y paralelismos en orden desde el centro de seccionamiento hasta el apoyo 545 de la línea 58-COROVILLA-SANGUESA, con sus coordenadas aproximadas:

| Nº | Afección                       | Coordenadas Aproximadas |              | Término Municipal | Tramo |                        | Organismos afectados                |
|----|--------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|-------|------------------------|-------------------------------------|
|    |                                | X                       | Y            |                   |       |                        |                                     |
| 7  | Cauce Innominado               | 621.623,74              | 4.730.170,42 | Monreal           | CS    | SET Elevadora 66/20 kV | Confederación Hidrográfica del Ebro |
| 8  | Línea eléctrica aérea AT 66 kV | 621.256,76              | 4.730.369,98 | Monreal           | CS    | SET Elevadora 66/20 kV | I-DE Redes Eléctricas Inteligentes  |
| 10 | Línea eléctrica aérea AT 66 kV | 621.137,27              | 4.730.421,61 | Monreal           | CS    | SET Elevadora 66/20 kV | I-DE Redes Eléctricas Inteligentes  |
| 11 | Línea eléctrica aérea AT 66 kV | 621.063,96              | 4.730.446,09 | Monreal           | CS    | SET Elevadora 66/20 kV | I-DE Redes Eléctricas Inteligentes  |

**Tabla 43. Información General de LSMT 20 kV.**

| Nº | Afección                       | Coordenadas Aproximadas |              | Término Municipal | Apoyos |   | Organismos afectados               |
|----|--------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|--------|---|------------------------------------|
|    |                                | X                       | Y            |                   |        |   |                                    |
| 15 | Línea eléctrica aérea AT 66 kV | 620.186,79              | 4.730.761,95 | Monreal           | 2      | 3 | I-DE Redes Eléctricas Inteligentes |

**Tabla 44. Información General de LAAT 66 kV Ventajud (Tramo entre SET Elevadora y SET Maniobra)**

| Nº | Afección                       | Coordenadas Aproximadas |              | Término Municipal | Apoyos |   | Organismos afectados               |
|----|--------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|--------|---|------------------------------------|
|    |                                | X                       | Y            |                   |        |   |                                    |
| 16 | Línea eléctrica aérea AT 66 kV | 620.279,26              | 4.730.881,48 | Monreal           | 6      | Apoyo 545 de la línea 58-COROVILLA-SANGUESA | I-DE Redes Eléctricas Inteligentes |

**Tabla 45. Información General de LAAT 66 kV Ventajud (Tramo entre SET Maniobra y apoyo 545 de la línea 58-COROVILLA-SANGUESA).**



## 6.4. Afecciones

### 6.4.1. Líneas Eléctricas

A lo largo del trazado de la línea aparecen una serie de cruzamientos con líneas eléctricas que se muestran en el plano 2.3 Afecciones:

En la siguiente tabla se representan los cruzamientos:

| # | Cruzamiento   | UTM (X)    | UTM (Y)      |
|---|---|------------|--------------|
| 1 | Cruce Línea subterránea MT 20 kV con Línea eléctrica aérea AT 66 kV | 621.256,76 | 4.730.369,98 |
| 2 | Cruce Línea subterránea MT 20 kV con Línea eléctrica aérea AT 66 kV | 621.137,27 | 4.730.421,61 |
| 3 | Cruce Línea subterránea MT 20 kV con Línea eléctrica aérea AT 66 kV | 621.063,96 | 4.730.446,09 |
| 4 | Cruce Línea aérea AT 66 kV con Línea eléctrica aérea AT 66 kV       | 620.186,79 | 4.730.761,95 |
| 5 | Cruce Línea aérea AT 66 kV con Línea eléctrica aérea AT 66 kV       | 620.279,26 | 4.730.881,48 |

**Tabla 46: Coordenadas de Cruzamientos con Líneas Eléctricas Existentes.**

## 7. DESCRIPCIÓN GENERAL LAAT 66 KV SIMPLE CIRCUITO

### 7.1. Características generales

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación aérea de simple circuito, la cual se encuentra situada entre la SE Elevadora 66/20 kV y la SE Maniobra 66 kV.

| Línea Evacuación               | Tramo Aéreo           |
|--------------------------------|-----------------------|
| Denominación de línea          | LAAT 66 kV Ventajud   |
| Tipo de línea                  | aérea                 |
| Nivel de Tensión (kV)          | 66                    |
| Categoría                      | Tercera               |
| Nudo del extremo de red        | SE Maniobra 66 kV     |
| Nudo del extremo de generación | SE Elevadora 66/20 kV |
| Longitud (km)                  | 0,44                  |

**Tabla 47. Información General de LAAT 66 kV Ventajud circuito simple.**



## 7.2. Criterios de Diseño

### 7.2.1. Características Generales

Las características generales de la Línea Aérea de Evacuación 66 kV son las siguientes:

| Características de la Instalación (circuito simple) |                                |
|---|--------------------------------|
| Tipo de línea                                       | Aérea                          |
| Tensión de servicio (kV)                            | 66                             |
| Tensión más elevada de la red (kV)                  | 72,5                           |
| Categoría   | Tercera                        |
| Apoyos  | Metálicos de acero galvanizado |
| Configuración de línea                              | Simple circuito                |
| Conductor   | 94-AL1/22-ST1A (LA 110)*       |
| Longitud (km)                                       | 0,57                           |
| Número de circuitos                                 | 1                              |
| Número de conductores/fase                          | 1                              |
| Cables OPGW   | 1                              |
| Resistencia ( $\Omega$ )                            | 0,133                          |
| Inductancia ( $\Omega$ )                            | 0,506                          |
| Susceptancia ( $\mu S$ )                            | 3,432                          |
| Capacidad Invierno (MVA)                            | 41,25                          |
| Capacidad Verano (MVA)                              | 31,98                          |
| Potencia Máxima para Transportar (MW)               | 15,00                          |

**Tabla 48. Características Generales de la LAAT 66 kV Ventajud.**

*\*Mecánicamente se ha tenido en cuenta el futuro uso.*

Se evitará en la medida de lo posible la instalación de apoyos ahorcados, es decir, aquellos cuya resultante vertical en punta produzcan un desplazamiento de estos hacia arriba. En el caso en el que no sea posible evitarlos, se estudiarán como de amarre o anclaje.

Todos los apoyos y elementos metálicos estarán puestos a tierra.

### 7.2.2. Descripción de los Materiales

#### 7.2.2.1. Conductor

La línea de evacuación contará con un conductor compuesto por varios alambres de aluminio del mismo diámetro nominal y de uno o varios alambres de acero galvanizado. Los alambres van cableados en capas





---

concéntricas; todos los alambres del alma son de acero y todas las capas exteriores son de alambre de aluminio.

De acuerdo con su grado de protección, será apto para su utilización en zonas definidas como de poca contaminación o de contaminación ligera.

Estos conductores deberán cumplir la norma UNE-EN 50182 y sus características principales se exponen a continuación:



| <b>Características Conductores</b>                   |                         |
|--|-------------------------|
| Denominación   | 94-AL1/22-ST1A (LA-110) |
| Material   | Aluminio-Acero          |
| Composición  | 30+7                    |
| Sección de aluminio (mm <sup>2</sup> )               | 100                     |
| Sección de acero (mm <sup>2</sup> )                  | 16,7                    |
| Sección total (mm <sup>2</sup> )                     | 116,7                   |
| Diámetro de conductor (mm)                           | 14                      |
| Masa lineal (kg/km)                                  | 433                     |
| Carga de rotura (daN)                                | 4400                    |
| Resistencia en c.c. 20°C (Ω/km)                      | 0,307                   |
| Módulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )           | 8200                    |
| Coefficiente de dilatación lineal (C <sup>-1</sup> ) | 17,8 x 10 <sup>-6</sup> |
| Densidad de corriente (A/mm <sup>2</sup> )           | 2,76                    |
| Intensidad de corriente (A)                          | 320                     |

**Tabla 49. Características Conductor LAAT 66 kV Ventajud simple circuito.**

### **7.2.2.2. Cable de Tierra (OPGW)**

El cable de tierra tiene como misión proteger la línea de las descargas atmosféricas.

Con ese objetivo, la Línea de Evacuación llevará cable de tierra en toda su longitud. Dada la necesidad actual de establecer comunicaciones de gran robustez, se empleará el tipo OPGW, hilo de guarda óptico, el cual posee una doble función respecto al hilo de tierra convencional, y es que posee capacidad para la telecomunicación.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas responderán a lo especificado en la norma UNE-EN 60794-4 (Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia).

La tracción máxima en el cable no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura de este. La tracción en los conductores a 15° C y calma no sobrepasará el 15% de la carga de rotura de estos.

La disposición general de este conductor será en la parte más alta del armado, mediante una cruceta en forma de cúpula.

Para que la protección contra las descargas atmosféricas sea eficaz, se dispondrá la estructura de la cabeza de la torre de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra, con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de los 35°.

Las principales características de este cable son las siguientes:



| <b>Características Cable de Tierra</b> |  |
|--|--|
| Nº de conductores                      | 1                                      |
| Denominación                           | OPGW-48                                |
| Diámetro                               | 17 mm                                  |
| Sección                                | 180 mm <sup>2</sup>                    |
| Número de fibras                       | 48                                     |
| Carga de rotura                        | 8000 kg                                |
| Módulo de elasticidad                  | 12000 kg/mm <sup>2</sup>               |
| Peso                                   | 0,624 kg/m                             |
| Coefficiente de dilatación lineal      | 15 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup> |

**Tabla 50. Características Cable de Tierra.**

### 7.2.2.3. Aislamiento

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores de tipo caperuza y vástago, de diferente constitución según la función del apoyo en que hayan de ser colocados (alineación, fin de línea, amarre o anclaje).

En base al valor de la tensión de la línea de evacuación, el R.L.A.T. establece los siguientes valores mínimos, correspondientes a la tensión nominal y a la más elevada de la línea:

| <b>Nivel de Aislamiento 66 kV</b>              |           |
|--|-----------|
| Tensión nominal (kV)                           | <b>66</b> |
| Tensión más elevada del material, Um (kV)      | 72,5      |
| Tensión soportada a frecuencia industrial (Kv) | 140       |
| Tensión soportada a rayo (kV)                  | 325       |

**Tabla 51. Nivel de Aislamiento 20 kV.**

Para superar estos niveles de aislamiento se montarán cadenas de aisladores de vidrio templado tipo U120 BS según norma UNE EN 60305, cuyas características finales son las que siguen:

| <b>Aisladores</b>     |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| Tipo de Aislador      | U120-BS                            |
| Material              | Vidrio templado, acero galvanizado |
| Paso nominal (mm)     | 146                                |
| Diámetro (mm)         | 255                                |
| Línea de fuga (mm)    | 320                                |
| Norma de acoplamiento | 16                                 |
| Carga de rotura (kN)  | 120                                |
| Peso (kg)             | 3,8                                |

**Tabla 52. Características del Aislador U120-BS**



#### 7.2.2.4. Apoyos

Los apoyos a instalar serán metálicos en celosía, de serie normalizada, formados por perfiles angulares y de características adecuadas a la función a desempeñar, respondiendo las características técnicas de sus componentes a lo indicado en las normas UNE aplicables.

Los diferentes tipos de apoyos seleccionados serán:

- Apoyos de alineación.
- Apoyos de anclaje.
- Apoyos de anclaje-ángulo.
- Apoyos fin de línea.

Los perfiles utilizados serán de acero, cuyo límite elástico sea igual o superior a 275 N/mm<sup>2</sup>, según norma UNE-EN 10025.

Los tornillos empleados serán de calidad 5.6. según las normas UNE-EN ISO 898-1 y UNE-EN 20.989-2, de 300 N/mm<sup>2</sup> de límite de fluencia.

Todos los materiales estarán galvanizados por inmersión en caliente de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 1461.

Para determinar el número y diámetro de los tornillos a emplear en cada unión, se usarán las fórmulas adecuadas a la solicitud a que estén sometidas las barras. También se usarán uniones soldadas.

La disposición adoptada para las crucetas será en simple circuito con crucetas dispuestas al tresbolillo, estando constituidas por perfiles de acero galvanizado de similares características a los utilizado en los apoyos.

Se rotularán todos los apoyos de forma visible en los montantes nº 2 y 4 del apoyo, mediante pintura negra (fixolid o similar), utilizando plantillas normalizadas y a una altura no inferior a 2 metros de forma que sea claramente visible desde el suelo. Si el apoyo cuenta con varios circuitos, se deberán colocar ambas numeraciones, cada una en el lado del circuito correspondiente. La numeración será la indicada en los planos del Proyecto.

En todos los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según el fabricante y el año de fabricación.

Los apoyos de extremo de línea, así como los apoyos de conversión aéreo-subterráneo, llevarán además una placa de identificación del orden de fases, mediante las letras R, S, T y en concordancia con el orden de fases de la red de distribución en la que se va a incluir.



En el aparatado de trazado de la línea se encuentra una tabla con las distintas localizaciones de los apoyos.

Los apoyos serán de una serie normalizada para esta tensión y conductor y en función de las necesidades de cada ubicación se colocarán de amarre, de alineación o de fin de línea. La altura útil de las torres en cada uno de los puntos del reparto se adaptará para conseguir, como mínimo, las distancias reglamentarias al terreno y resto de distancias según Reglamento de Alta Tensión.

#### **7.2.2.5. Placas de Señalización de Peligro**

Todos los apoyos dispondrán de una señal de peligro de riesgo eléctrico. Las placas de peligro deberán cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203. Serán adheridas al apoyo mediante silicona u otro adhesivo de gran agarre a una altura visible y legible desde el suelo, pero sin acceso directo desde el mismo, con una distancia mínima de 2,5 m. Se colocará 1 placa de peligro en el montante nº 4 (según convenio) de aquellos apoyos con cimentación monobloque y 2 placas de peligro en los montantes nº 2 y 4 para los de cimentación tetrabloque.

#### **7.2.2.6. Empalmes**

Las características y condiciones de instalación de los empalmes y conexiones atenderán a las prescripciones que sobre éstos se indican en apartado 2.1.6 Empalmes y Conexiones de la ITC-LAT 07 del RLAT. En general se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se recomienda no realizar empalmes en la línea, salvo por razones de aprovechamiento del conductor en el reparto de las bobinas así lo exija, limitándose su uso a un empalme por vano y conductor. Sólo en explotación, en concepto de avería, se consentirá la colocación de dos empalmes.
- En cruzamientos, los contemplados en el artículo 32 del RLAT, los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce.
- Se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. No debiendo aumentar la resistencia eléctrica del conductor.
- Los empalmes deberán soportar, sin rotura ni deslizamiento del cable, el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.
- Con carácter general no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, no se podrá colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.
- En el caso del cable de tierra tipo OPGW, los empalmes reunirán las mismas condiciones de seguridad e inalterabilidad. Al disponer de un núcleo de fibras ópticas, será necesaria la utilización de cajas empalme que permitan asegurar la integridad y continuidad de las mismas, mediante las correspondientes operaciones de fusionado.

### 7.2.2.7. Balizas

Con objeto de destacar la presencia de tendidos eléctricos en zonas de mayor densidad de tráfico aéreo, se instalarán balizas en el hilo de tierra, con los siguientes criterios:

- En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico, se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 metros.
- En cruces sobre autovías y autopistas se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos.
- La fijación de la baliza al hilo de tierra estará protegida con material adecuado (neopreno o similar) para evitar daño en el mismo. Serán preferentemente de material de fibra de vidrio y de forma esférica con un diámetro de 40 cm con posibilidad de oscilar en torno a esa cifra.

Se utilizarán los siguientes elementos para señalización y balizamiento de la línea:

#### Esfera de balizaje

Válida para cable de guarda convencional y OPGW, así como conductor de fase. En nuestro caso, al montarlas sobre cable OPGW, se requiere el uso de varillas de protección. El material de fabricación es ABS coloreado.

Las balizas se fabrican con un diámetro de 600 mm, y están disponibles en colores Naranja y Blanco, pueden combinarse  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{2}$  de cada color. La fijación sobre el cable se realiza a través de un elastómero, EPDM, adecuado al diámetro del cable, con dos tornillos por lado. Además, las semi-balizas se unen entre sí mediante dos o seis fijaciones adicionales.

La tornillería es de acero inoxidable M-10. Cada semi-esfera tiene perforaciones para evacuar el agua de condensación.



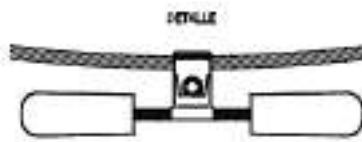
**Figura 11: Esfera de balizaje.**

### 7.2.2.8. Antivibradores

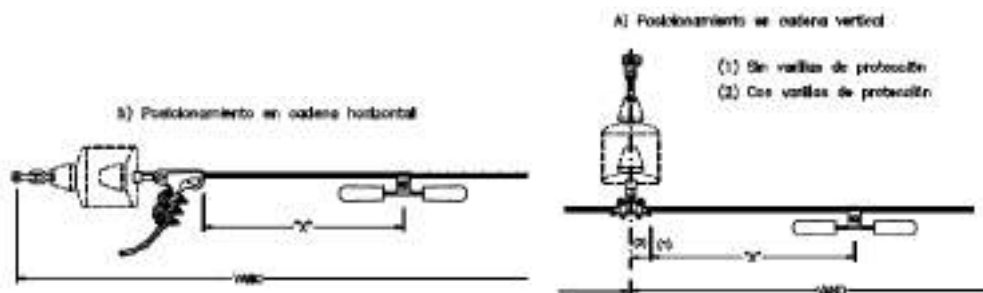
Los antivibradores cumplirán los siguientes requisitos:

- Servirán para proteger a los conductores y el cable de tierra de los efectos perjudiciales que puedan producir los fenómenos de vibración eólica a causa de los vientos de componente transversal a la línea y velocidades comprendidas entre 14 y 65 km/h.
- Evitarán dañar a los conductores.
- Estar preparados para su desinstalación y producir daño al conductor.
- Asegurar que los diferentes componentes no se aflojarán durante el servicio.
- Mantener su función en todo rango de temperatura de servicio.
- Evitar ruidos audibles.
- Prevenir la retención del agua.
- Facilidad de instalación y desinstalación con la línea en tensión.
- La flexión dinámica del conductor o cable de tierra sujeto a la vibración puede producir roturas prematuras por fatiga de sus alambres con la siguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica.
- La intensidad de este fenómeno depende de las características del conductor, de su estado tensional y de las características del viento.

Se instalarán amortiguadores tipo Stockbridge de cuatro resonancias instalados directamente sobre el cable, dos amortiguadores por vano, uno en cada extremo del cable en caso necesario una vez se hayan analizado las hipótesis de carga y viento.



**Figura 12: Antivibrador Stockbridge.**



**Figura 13: Posicionamiento Antivibrador.**

En cualquier caso, se consultará con el fabricante tanto el número de amortiguadores por vano como la separación de estos con el punto de engrape.

### 7.2.2.9. Sistema Antiescalo

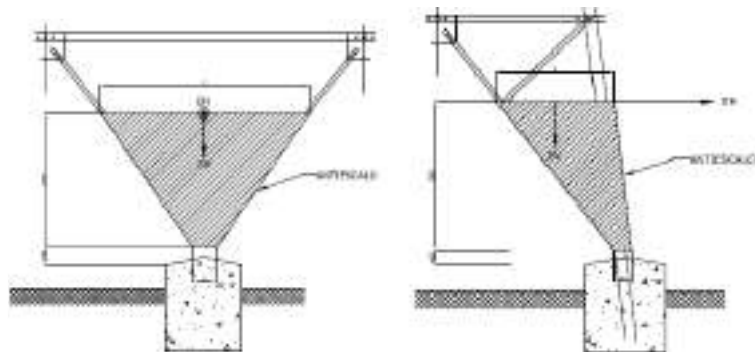
Con objeto de dificultar el acceso a elementos en tensión, en los apoyos que se enumeran a continuación, se utilizará un dispositivo antiescalada que cubra las cuatro caras del apoyo.

- Apoyos de pública concurrencia
- Apoyos con apartamiento
- Apoyos con conversión aéreo-subterránea

Dispondrán de las medidas oportunas para dificultar su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5 m.

Los sistemas antiescalada podrán ser metálicos, de poliéster reforzado o de fábrica de ladrillos.

- Antiescalo metálico: estará formado por una chapa metálica galvanizada en continuo según Norma UNE 10346, que cubrirá la parte inferior del apoyo hasta una altura mínima de 2,5 m.
- Antiescalo de poliéster: estará formado por resinas de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- Antiescalo de fábrica de ladrillos: estará formado por una construcción de ladrillos y mortero, de tal forma que se evite el estancamiento de agua en su interior.



**Figura 14: Sistema Antiescalo apoyos Tetrabloque.**

La fijación de los sistemas antiescalos a los apoyos no se realizará por medio de taladros, remaches ni clavarlos directamente sobre los elementos estructurales del apoyo.

Las uniones entre los distintos elementos que forman los antiescalos podrán realizarse por medio de engaste entre ellos, o bien por cosido con remaches, clavos, etc. En caso de uniones por medio de cosido con remaches o clavos, este cosido no se practicará a menos de 1,5 cm del borde de las chapas.





Sobre el dispositivo antiescalada se colocarán 4 placas de riesgo eléctrico, una por cada cara, de acuerdo con las dimensiones y colores que establece la reglamentación vigente.

### 7.2.3. Características de la Instalación

#### 7.2.3.1. Puestas a Tierra

El diseño de la puesta a tierra de los apoyos se basará en el cumplimiento de las tensiones de contacto, de forma que el valor de la resistencia de puesta a tierra, así como la forma y disposición de los electrodos, será el necesario para cumplir con los valores admisibles de tensión de contacto, garantizando de esta forma una gran protección de las personas e incrementando el nivel de seguridad en consonancia con la normalización internacional y europea más moderna.

El sistema de puesta a tierra estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

##### o Conductor de Tierra

Los conductores de las líneas de tierra deberán instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio.

Cuando en el apoyo exista macizo de hormigón, el conductor no debe tenderse por encima de él, sino atravesarlo.

No podrán insertarse ni fusibles ni interruptores.

Se utilizará como sección mínima 50 mm<sup>2</sup> en acero.

##### o Electrodos de Tierra

La instalación de tierra se realizará mediante la colocación de electrodos de difusión verticales. Los electrodos serán de acero cobreado de 1,5 m. de longitud y 14 mm de diámetro.

Cuando se instalen varias picas en paralelo se separarán como mínimo 1,5 veces la longitud de la pica.

Las uniones usadas para el ensamblaje de picas deberán tener el mismo esfuerzo mecánico que las picas, y deberán resistir fatigas mecánicas durante su colocación. Cuando se tengan que conectar metales diferentes que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.



### 7.2.3.2. Clasificación de Apoyos según su Ubicación

Según se especifica en la ITC-LAT 07, para el cálculo de la puesta a tierra de apoyos en líneas de AT, los apoyos se clasifican en apoyos frecuentados o no frecuentados. Dependiendo de la clasificación del apoyo, se deberán cumplir los distintos requisitos:

| Tipo de Apoyo        |   |
|----------------------|---|
| Apoyo Frecuentado    | Actuación del sistema de puesta a tierra. |
|                      | Cumplir la tensión de contacto admisible. |
|                      | Dimensionamiento ante efectos de rayo     |
| Apoyo NO Frecuentado | Actuación correcta de las protecciones    |

**Tabla 53. Tipos de Apoyo según Requisito de P.A.T.**

### 7.2.3.3. Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en el Código Estructural.

Además, la cimentación cumplirá lo detallado en el apartado 3.6 de la ITC-LAT-07 y será del tipo monobloque prismática de sección cuadrada o tetrabloque de cuatro bloques independientes y secciones circulares o cuadradas, con o sin cueva, en función de las características del terreno.

El bloque de cimentación monobloques sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

El bloque de cimentación tetrabloque sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Los valores de los coeficientes de compresibilidad se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el punto 3.6.1. de la ITC-LAT 07, debe cumplirse que:

- En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, que es la relación entre el



momento estabilizador mínimo (debido a los pesos propios, así como las reacciones y empujes pasivos del terreno), respecto a la arista más cargada de la cimentación y el momento volcador máximo motivado por las acciones externas. El coeficiente de seguridad no será inferior al indicado en la Tabla 10 Coeficientes de Seguridad, obtenidos del Apdo. 3.5 del ITC-LAT 07.

| Hipótesis Normales | Hipótesis Anormales |
|--------------------|---------------------|
| 1,5                | 1,2                 |

**Tabla 54. Coeficientes de Seguridad.**

- En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno, no se admitirá un ángulo de giro de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno.
- En el caso de que surgiese roca superficialmente o a muy poca profundidad, la cimentación se realizaría uniendo el apoyo a la roca mediante pernos anclados a la misma (cimentación en roca). Del mismo modo, en aquellos casos en los que mediante los medios mecánicos habituales no se pueda realizar la cimentación hasta la profundidad necesaria y, por consiguiente, sea preciso reforzarla, se realizará dicho esfuerzo uniendo el cimientado a la roca mediante pernos anclados a la misma (cimentación mixta).

Se consideran todas las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo:

- Peso del apoyo.
- Peso propio de cimentación.
- Peso de las tierras que arrastraría el macizo de hormigón al ser arrancado.
- Carga resistente de los pernos, en el caso de realizarse cimentaciones mixtas o en roc.
- En el caso de no disponer de las características reales del terreno mediante ensayos realizados en el emplazamiento de la línea, se recomienda utilizar como ángulo de talud natural o de arranque de tierras:
  - 30° para terreno normal.
  - 20° para terreno flojo.

Se consideran todas las cargas de compresión que la cimentación transmite al terreno:

- Peso del apoyo.
- Peso propio de la cimentación.
- Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación.
- Carga de compresión ejercida sobre el apoyo.
- En los apoyos que no precisan cimentación, la profundidad de empotramiento en el suelo será como mínimo de 1,3 metros para los apoyos de menos de 8 metros de altura, aumentando 0,10 metros por cada metro de exceso en la longitud del apoyo.



- En los apoyos que necesitan cimentación, la resistencia de ésta no es inferior a la del apoyo que soporta.

#### **7.2.3.4. Accesos**

Los accesos necesarios para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario, se llevarán a cabo según los siguientes criterios:

- Sobre caminos privados existentes y en buen estado.
- Sobre las fincas afectadas adyacentes al camino existente (en los márgenes) para el paso o ubicación temporal de maquinaria durante la fase de construcción.
- En las fincas sobre las que haya que construir un nuevo acceso, la servidumbre de paso comprenderá la explanada a realizar.

La actuación sobre un acceso puede crear la necesidad de afectar una construcción existente (muro, pozo, verja, acequias, etc.) ocasionándole daños, que el promotor repondrá y/o indemnizará, así como se responsabilizará del mantenimiento de todos los servicios necesarios para la adecuada explotación y uso de las fincas afectadas durante la ejecución de las obras, realizando todas aquellas actuaciones que resulten necesarias, aun cuando fuera con carácter provisional y sin perjuicio de su reposición definitiva.

De entre las diferentes alternativas válidas para la ejecución de un camino de acceso, la selección de la óptima se realiza, no sólo en base a los criterios técnicos anteriormente expuestos, sino que se consideran también criterios ambientales, de manera que produzca sobre el medio ambiente el menor impacto posible y criterios socioeconómicos, de forma que la afeción al propietario también se minimice.

### **7.2.4. Distancias Reglamentarias a Afeciones**

#### **7.2.4.1. Distancias mínimas**

El RLAT en su apartado 5 de la ITC-07 contempla las distancias mínimas en cruzamientos y paralelismos. Para evitar descargas eléctricas, el RLAT considera tres tipos de distancias:

- Del: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente rápido o lento. Del puede ser tanto interna, cuando se considera unas distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.
- Dpp: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente rápido o lento. Dpp es una distancia interna.



- **asom**: Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Los valores indicados por el RLAT para este nivel de tensión son:

| Tensión más elevada de la red<br>Ua (kV) | Del (m) | Dpp (m) |
|--|---------|---------|
| 72,5                                     | 0,7     | 0,8     |

**Tabla 55. Valores de Distancia según Tensión 66 kV.**

A continuación, se analizarán las distancias mínimas de seguridad a tener en cuenta para este Proyecto de acuerdo al ITC07 del R.L.A.T.

#### ○ Distancia entre Conductores

La distancia mínima entre conductores viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

- D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.
- K': Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de las líneas.
- F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).
- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.
- Dpp: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de Dpp se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

#### ○ Distancia a Partes Puestas a Tierra

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a Del, con un mínimo de 0,2m. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ya citada ITC07 del R.L.A.



o **Distancia de los Conductores al Terreno, Caminos, Sendas y a Cursos de Agua no Navegables**

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T. la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ en metros, (con un mínimo de 6 m)}$$

No obstante, en lugares de difícil acceso las anteriores distancias podrán ser reducidas en un metro.

Siendo:

- Del: la distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.
- Dadd + Del: Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

o **Distancia a Otras Líneas Aéreas o Líneas Aéreas de Telecomunicación**

**Cruzamientos**

En los cruces de líneas eléctricas aéreas se situará a mayor altura la de tensión más elevada y, en el caso de igual tensión; la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será de cargo del propietario de la nueva línea la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.



- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Considerándose los conductores de ésta, en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento a) del apartado 3.2.3 de la ITC07 del RLAT. Los valores de Del se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del RLAT en función de la tensión más elevada de la línea inferior.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no deberá ser inferior a:

$D_{add} + D_{pp}$  en metros.

A la distancia de aislamiento adicional,  $D_{add}$ , se le aplicarán los valores de la tabla 17 del apartado 5.6.1 de la ITC07 del RLAT.

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra óptico (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$  en metros, (con un mínimo de 2m).

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto por lo tanto a las mismas prescripciones.

#### Proximidades y Paralelismos

Se evitará siempre que se pueda la construcción de líneas de alta tensión paralelas a distancias (entre las trazas de los conductores más próximos) inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.

Respecto al paralelismo entre líneas de alta tensión con líneas de telecomunicación, se evitará siempre que se pueda, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

- Distancia a Carreteras

#### Cruzamientos

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$D_{add} + D_{el}$  en metros, (con un mínimo de 7m).

Siendo:



- Dadd = 7,5 para líneas de categoría especial
- Dadd = 6,3 para líneas del resto de categorías.

La distancia mínima del cable de tierra OPGW sobre la rasante de la carretera debe ser 7m, según la ITC07 del RLAT. En nuestro caso se cumple al ir este cable instalado por encima de los conductores de fase.

### Proximidades y Paralelismos

Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.

Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

Para los paralelismos no son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

- **Distancia a Ferrocarriles sin Electrificar**

### Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT. La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre las cabezas de los carriles será la misma que para cruzamientos con carreteras.

### Proximidades y Paralelismos

A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.





La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.

Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

Para los paralelismos no son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

- **Distancia a Ferrocarriles Electrificados, Tranvías y Trolebuses**

#### Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

En el cruzamiento entre las líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será d:

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el} \text{ en metros, (con un mínimo de 4m).}$$

#### Proximidades y paralelismos

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se seguirá lo indicado en al apartado 5.8 para ferrocarriles sin electrificar.

- **Distancia a Teleféricos y Cables Transportadores**

#### Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables de este durante su explotación normal y la posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente será de:

$$D_{add} + D_{el} = 4,5 + D_{el} \text{ en metros, (con un mínimo de 5m)}$$



La distancia del cable de tierra OPGW a la parte más elevada del teleférico será de 5m.

#### Proximidades y Paralelismos

La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será como mínimo la que se obtenga de la fórmula anteriormente indicada.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

#### ○ Distancia a Ríos y Canales, Navegables o Flotables

#### Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será:

- Líneas de categoría especial:  $G + Dadd + Del = G + 3,5 + Del$  en metros,
- Resto de líneas:  $G + Dadd + Del = G + 2,3 + Del$  en metros,

Siendo G= Gálibo (4,7 m cuando no está definido).

La distancia del cable de tierra OPGW sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de 7m, cumpliéndose en nuestro caso al ir este cable instalado por encima de los conductores de fase.

#### Proximidades y Paralelismos

La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 metros y, como mínimo, vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial correspondiente al caudal de la máxima avenida. No obstante, podrá admitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

#### ○ Paso por Zonas

#### Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.



Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$Dadd + Del = 1,5 + Del \text{ en metros, (con un mínimo de 2m).}$$

#### Edificios, construcciones y zonas urbanas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$Dadd + Del = 3,3 + Del \text{ en metros, (con un mínimo de 5m).}$$

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del metros, con un mínimo de 4 metros.

#### ○ Proximidades a Obra

Cuando se realicen obras próximas a la línea aérea y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el 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, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

#### **7.2.4.2. Resultado de las Afecciones de la LAAT simple circuito**

Se exponen a continuación las distancias mínimas que la línea de evacuación debe respetar en términos de cruzamientos, paralelismos y mínimas distancias de apoyos sobre las afecciones detectadas.



| Tabla de Afecciones RLAT (Líneas Aéreas Alta Tensión)                                      |  | Cruzamientos (m) | Paralelismos (m)       | Dist. apoyo (m)                 | Afecciones del Proyecto |
|--|--|------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Distancia de los conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables. |  | 7                | N/A                    | N/A                             | X                       |
| Distancia a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación             | Conductor - Apoyo                                      | 5                | Altura del Apoyo x 1,5 | N/A                             | X                       |
|  | Conductor-Cable de Tierra                              | 5,2              |                        | N/A                             | X                       |
|  | Entre conductores                                      | 3,3              |                        | N/A                             | X                       |
| Distancias a carreteras  | Autopistas, autovías y vías rápidas                    | 9,2              | N/A                    | ≥50                             |                         |
|  | Resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado |                  | N/A                    | ≥25                             |                         |
| Distancia a ferrocarriles sin electrificar   |  | 9,2              | N/A                    | ≥50                             |                         |
| Distancia a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses                            |  | 5,2              | N/A                    | ≥50                             |                         |
| Distancias a teleféricos y cables transportadores  |  | 6,2              | N/A                    | 6,2                             |                         |
| Distancias a ríos y canales, navegables o flotables  |  | 9,9              | N/A                    | Altura del Apoyo x 1,5 (min 25) | X                       |
| Paso por zonas   | Conductores y Zonas Arboladas                          | 3,2              | N/A                    | N/A                             |                         |
|  | Protegidas   | N/A              |                        | N/A                             | X                       |
|  | Edificios, construcciones y zonas urbanas              | 5                |                        | N/A                             |                         |

**Tabla 56. Cruzamientos, paralelismos y Distancias a Apoyo para LAAT de Evacuación 66 kV.**

### 7.2.5. Protección Avifauna

Se cumplirán las prescripciones establecidas en:

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- RD 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.

Se establecerán las soluciones técnicas necesarias para garantizar las condiciones exigidas por la reglamentación medioambiental vigente en cuestión de protección de la Avifauna.



En la normativa vigente, anteriormente mencionada, de protección de la avifauna para instalaciones eléctricas de alta tensión, se establecen condiciones técnico-ambientales exigibles a dichas instalaciones eléctricas, con el fin de minimizar los riesgos de mortalidad de la avifauna por electrocución y colisión con las mismas.

De lo reflejado en el RD 1432/2008 las medidas de protección a analizar son:

#### **7.2.5.1. Medidas Antielectrocución**

Serán de aplicación a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión en los siguientes casos:

- A las de nueva construcción, así como a las ampliaciones o modificaciones de las existentes que requieran autorización administrativa.
- A las instalaciones existentes que discurran por las zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008, de 29 de Agosto.

#### **7.2.5.2. Medidas Anticolisión**

Serán de aplicación a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión en los siguientes casos:

- A las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos ubicadas en zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008, de 29 de Agosto, que sean de nueva construcción, o que no cuenten con un proyecto de ejecución aprobado a la entrada en vigor de este real decreto, así como a las ampliaciones o modificaciones de líneas eléctricas aéreas de alta tensión ya existentes.
- También se aplica, de manera voluntaria, a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos existentes a la entrada en vigor del RD 1432/2008, ubicadas en zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008.

#### **7.2.5.3. Medidas de Prevención**

Según se establece en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de Agosto, las medidas de prevención son las siguientes:

##### Medidas de Prevención ante la Electrocución

La electrocución de las aves se produce cuando tocan accidentalmente con alguna parte de su cuerpo dos conductores al mismo tiempo, o un conductor y tierra. Evidentemente, el puente puede ser ocasionado al tocarse dos aves entre sí, en las condiciones anteriores.

- Las líneas se habrán de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose la disposición horizontal de los mismos, excepto los apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea.



- Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, de derivación, anclaje, fin de línea, se diseñarán de forma que no se sobrepase con elementos en tensión las crucetas no auxiliares de los apoyos. En su defecto se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión mediante dispositivos de probada eficacia.
- La unión entre los apoyos y los transformadores o seccionadores situados en tierra, que se encuentren dentro de casetillas de obra o valladas, se hará con cable seco o trenzado.
- Los apoyos de alineación tendrán que cumplir las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y elementos en tensión la distancia de seguridad será de 0,75 m, y entre conductores de 1,5 m. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento efectivo y permanente de las zonas de tensión.
- En el caso de armado tresbolillo, la distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado o del correspondiente puente flojo no será inferior a 1,5 metros, a menos que el conductor o el puente flojo esté aislado.
- Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del poste y el conductor central no será inferior a 0,88 metros, a menos que se aisle el conductor central 1 metro a cada lado del punto de enganche.
- Los apoyos de anclaje, ángulo, derivación, fin de línea y, en general, aquellos con cadena de aisladores horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión de 1 metro. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión.
- Se instalarán preferentemente apoyos tipo tresbolillo frente a cualquier otro tipo de poste en líneas aéreas con conductor desnudo para tensiones nominales iguales o inferiores a 36 kV.
- Los diferentes armados han de cumplir unas distancias mínimas de seguridad «d», tal y como se establece en el cuadro que se contiene en el anexo del RD 1432/2008. Las alargaderas en las cadenas de amarre deberán diseñarse para evitar que se posen las aves. En el caso de constatarse por el órgano competente de la comunidad autónoma que las alargaderas y las cadenas de amarre son utilizadas por las aves para posarse o se producen electrocuciones, la medida de esta distancia de seguridad no incluirá la citada alargadera.
- En el caso de crucetas distintas a las especificadas en el cuadro de crucetas del apartado e), la distancia mínima de seguridad «d» aplicable será la que corresponda a la cruceta más aproximada a las presentadas en dicho cuadro.

#### Medidas de Prevención ante la Colisión

- Las instalaciones eléctricas que estén dentro del ámbito de aplicación o cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma., estarán dotadas de salvapájaros o señalizadores



visuales en los cables de tierra aéreos o en los conductores, si aquellos no existen. En ausencia de cable de tierra aéreo se colocarán los salvapájaros en uno de los cables superiores.

- Los salvapájaros o señalizadores consistirán en espirales, tiras formando aspas u otros sistemas de probada eficacia y mínimo impacto visual realizados con materiales opacos que estarán dispuestos cada 5 metros, cuando el cable de tierra sea único, o cuando sean dos los cables de tierra paralelos, o en su caso, en los conductores.
- Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra. Si estos últimos no existieran, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada 5 metros (si el cable de tierra es único) o alternadamente, cada 20 metros (si son dos cables de tierra paralelos o, en su caso, en los conductores). La señalización en conductores se realizará de modo que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En aquellos tramos más peligrosos debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias.
- Los salvapájaros o señalizadores serán del tamaño mínimo siguiente:
- Espirales: Con 30 cm de diámetro x 1 metro de longitud.
- De 2 tiras en X: De 5 x 35 cm.
- Se podrán utilizar otro tipo de señalizadores, siempre que eviten eficazmente la colisión de aves, a juicio del órgano competente de la comunidad autónoma.

#### **7.2.5.4. Soluciones Adoptadas**

##### Medidas Anti-Electrocución

Con objeto de prevenir, e incluso evitar incidentes y daños por electrocución sobre la cruceta de los apoyos por la probable nidificación sobre las mismas, así como posteriores actuaciones de derribo de nidos por actuaciones de mantenimiento de la línea, se colocarán pletinas verticales de chapa galvanizada y forma triangular sobre los puentes de las crucetas de todos los postes, de tal manera que se impida el posado de las aves

##### Medidas Anticolisión

Se colocarán salva-pájaros en el cable de fibra superior (OPGW) dispuestos cada 5 metros.



## 8. DESCRIPCIÓN GENERAL LAAT 66 KV DOBLE CIRCUITO

### 8.1. Características generales

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación aérea de doble circuito, la cual está situada entre la SE Maniobra 66 kV y apoyo 545 de la línea 58-CORDOVILLA-SANGUESA.

| Línea Evacuación               | Tramo Aéreo                                  |
|--------------------------------|--|
| Denominación de línea          | LAAT 66 kV Ventajud                          |
| Tipo de línea                  | aérea  |
| Nivel de Tensión (kV)          | 66   |
| Categoría                      | Tercera                                      |
| Nudo del extremo de red        | Apoyo 545 de la línea 58-CORDOVILLA-SANGUESA |
| Nudo del extremo de generación | SE Maniobra 66 kV                            |
| Longitud (km)                  | 0,123 (doble circuito)                       |

*Tabla 57. Información General de LAAT 66 kV Ventajud doble circuito.*

### 8.2. Criterios de Diseño

#### 8.2.1. Características Generales

Las características generales de la Línea Aérea de Evacuación 66 kV de doble circuito son las siguientes:

| Características de la Instalación (circuito doble) |                                |
|--|--------------------------------|
| Tipo de línea                                      | Aérea                          |
| Tensión de servicio (kV)                           | 66                             |
| Tensión más elevada de la red (kV)                 | 72,5                           |
| Categoría  | Tercera                        |
| Apoyos   | Metálicos de acero galvanizado |
| Configuración de línea                             | Doble circuito                 |
| Conductor  | 242-AL1/39-ST1A (LA 280)*      |
| Longitud (km)                                      | 0,57                           |
| Número de circuitos                                | 2                              |
| Número de conductores/fase                         | 1                              |
| Cables OPGW  | 1                              |
| Resistencia ( $\Omega$ )                           | 0,066                          |





| Características de la Instalación (circuito doble) |        |
|--|--------|
| Inductancia ( $\Omega$ )                           | 0,569  |
| Susceptancia ( $\mu S$ )                           | 4,633  |
| Capacidad Invierno (MVA)                           | 165,02 |
| Capacidad Verano (MVA)                             | 127,91 |
| Potencia Máxima para Transportar (MW)              | 15,00  |

**Tabla 58. Características Generales de la LAAT 66 kV Ventajud doble circuito.**

*\*Mecánicamente se ha tenido en cuenta el futuro uso.*

Se evitará en la medida de lo posible la instalación de apoyos ahorcados, es decir, aquellos cuya resultante vertical en punta produzcan un desplazamiento de estos hacia arriba. En el caso en el que no sea posible evitarlos, se estudiarán como de amarre o anclaje.

Todos los apoyos y elementos metálicos estarán puestos a tierra.

## 8.2.2. Descripción de los Materiales

### 8.2.2.1. Conductor

La línea de evacuación contará con un conductor compuesto por varios alambres de aluminio del mismo diámetro nominal y de uno o varios alambres de acero galvanizado. Los alambres van cableados en capas concéntricas; todos los alambres del alma son de acero y todas las capas exteriores son de alambre de aluminio.

De acuerdo con su grado de protección, será apto para su utilización en zonas definidas como de poca contaminación o de contaminación ligera.

Estos conductores deberán cumplir la norma UNE-EN 50182 y sus características principales se exponen a continuación:

| Características Conductores            |                          |
|--|--------------------------|
| Denominación                           | 242-AL1/39-ST1A (LA-280) |
| Material                               | Aluminio-Acero           |
| Composición                            | 26 + 7                   |
| Sección de aluminio (mm <sup>2</sup> ) | 241,60                   |
| Sección de acero (mm <sup>2</sup> )    | 39,50                    |
| Sección total (mm <sup>2</sup> )       | 281,10                   |
| Diámetro de conductor (mm)             | 21,80                    |
| Masa lineal (kg/km)                    | 976,20                   |
| Carga de rotura (daN)                  | 84890                    |



| Características Conductores                                   |                        |
|---|------------------------|
| Resistencia en c.c. 20°C ( $\Omega/\text{km}$ )               | 0,12                   |
| Módulo de elasticidad ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )              | 7300                   |
| Coefficiente de dilatación lineal ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) | $18,90 \times 10^{-6}$ |
| Densidad de corriente ( $\text{A}/\text{mm}^2$ )              | 2,06                   |
| Intensidad de corriente (A)                                   | 635                    |

**Tabla 59. Características Conductor LAAT 66 kV Ventajud doble circuito.0.**

### 8.2.2.2. Cable de Tierra (OPGW)

El cable de tierra tiene como misión proteger la línea de las descargas atmosféricas.

Con ese objetivo, la Línea de Evacuación llevará cable de tierra en toda su longitud. Dada la necesidad actual de establecer comunicaciones de gran robustez, se empleará el tipo OPGW, hilo de guarda óptico, el cual posee una doble función respecto al hilo de tierra convencional, y es que posee capacidad para la telecomunicación.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas responderán a lo especificado en la norma UNE-EN 60794-4 (Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia).

La tracción máxima en el cable no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura de este. La tracción en los conductores a 15° C y calma no sobrepasará el 15% de la carga de rotura de estos.

La disposición general de este conductor será en la parte más alta del armado, mediante una cruceta en forma de cúpula.

Para que la protección contra las descargas atmosféricas sea eficaz, se dispondrá la estructura de la cabeza de la torre de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra, con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de los 35°.

Las principales características de este cable son las siguientes:



| <b>Características Cable de Tierra</b> |  |
|--|--|
| Nº de conductores                      | 1                                      |
| Denominación                           | OPGW-48                                |
| Diámetro                               | 17 mm                                  |
| Sección                                | 180 mm <sup>2</sup>                    |
| Número de fibras                       | 48                                     |
| Carga de rotura                        | 8000 kg                                |
| Módulo de elasticidad                  | 12000 kg/mm <sup>2</sup>               |
| Peso                                   | 0,624 kg/m                             |
| Coefficiente de dilatación lineal      | 15 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup> |

**Tabla 60. Características Cable de Tierra.**

### 8.2.2.3. Aislamiento

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores de tipo caperuza y vástago, de diferente constitución según la función del apoyo en que hayan de ser colocados (alineación, fin de línea, amarre o anclaje).

En base al valor de la tensión de la línea de evacuación, el R.L.A.T. establece los siguientes valores mínimos, correspondientes a la tensión nominal y a la más elevada de la línea:

| <b>Nivel de Aislamiento 66 kV</b>              |           |
|--|-----------|
| Tensión nominal (kV)                           | <b>66</b> |
| Tensión más elevada del material, Um (kV)      | 72,5      |
| Tensión soportada a frecuencia industrial (Kv) | 140       |
| Tensión soportada a rayo (kV)                  | 325       |

**Tabla 61. Nivel de Aislamiento 20 kV.**

Para superar estos niveles de aislamiento se montarán cadenas de aisladores de vidrio templado tipo U120 BS según norma UNE EN 60305, cuyas características finales son las que siguen:

| <b>Aisladores</b>     |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| Tipo de Aislador      | U120-BS                            |
| Material              | Vidrio templado, acero galvanizado |
| Paso nominal (mm)     | 146                                |
| Diámetro (mm)         | 255                                |
| Línea de fuga (mm)    | 320                                |
| Norma de acoplamiento | 16                                 |
| Carga de rotura (kN)  | 120                                |
| Peso (kg)             | 3,8                                |

**Tabla 62. Características del Aislador U120-BS**



#### 8.2.2.4. Apoyos

Los apoyos a instalar serán metálicos en celosía, de serie normalizada, formados por perfiles angulares y de características adecuadas a la función a desempeñar, respondiendo las características técnicas de sus componentes a lo indicado en las normas UNE aplicables.

Los diferentes tipos de apoyos seleccionados serán:

- Apoyos de alineación.
- Apoyos de anclaje.
- Apoyos de anclaje-ángulo.
- Apoyos fin de línea.

Los perfiles utilizados serán de acero, cuyo límite elástico sea igual o superior a 275 N/mm<sup>2</sup>, según norma UNE-EN 10025.

Los tornillos empleados serán de calidad 5.6. según las normas UNE-EN ISO 898-1 y UNE-EN 20.989-2, de 300 N/mm<sup>2</sup> de límite de fluencia.

Todos los materiales estarán galvanizados por inmersión en caliente de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 1461.

Para determinar el número y diámetro de los tornillos a emplear en cada unión, se usarán las fórmulas adecuadas a la solicitud a que estén sometidas las barras. También se usarán uniones soldadas.

La disposición adoptada para las crucetas será en simple circuito con crucetas dispuestas al tresbolillo, estando constituidas por perfiles de acero galvanizado de similares características a los utilizados en los apoyos.

Se rotularán todos los apoyos de forma visible en los montantes nº 2 y 4 del apoyo, mediante pintura negra (fixolid o similar), utilizando plantillas normalizadas y a una altura no inferior a 2 metros de forma que sea claramente visible desde el suelo. Si el apoyo cuenta con varios circuitos, se deberán colocar ambas numeraciones, cada una en el lado del circuito correspondiente. La numeración será la indicada en los planos del Proyecto.

En todos los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según el fabricante y el año de fabricación.

Los apoyos de extremo de línea, así como los apoyos de conversión aéreo-subterráneo, llevarán además una placa de identificación del orden de fases, mediante las letras R, S, T y en concordancia con el orden de fases de la red de distribución en la que se va a incluir.



En el aparatado de trazado de la línea se encuentra una tabla con las distintas localizaciones de los apoyos.

Los apoyos serán de una serie normalizada para esta tensión y conductor y en función de las necesidades de cada ubicación se colocarán de amarre, de alineación o de fin de línea. La altura útil de las torres en cada uno de los puntos del reparto se adaptará para conseguir, como mínimo, las distancias reglamentarias al terreno y resto de distancias según Reglamento de Alta Tensión.

#### **8.2.2.5. Placas de Señalización de Peligro**

Todos los apoyos dispondrán de una señal de peligro de riesgo eléctrico. Las placas de peligro deberán cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203. Serán adheridas al apoyo mediante silicona u otro adhesivo de gran agarre a una altura visible y legible desde el suelo, pero sin acceso directo desde el mismo, con una distancia mínima de 2,5 m. Se colocará 1 placa de peligro en el montante nº 4 (según convenio) de aquellos apoyos con cimentación monobloque y 2 placas de peligro en los montantes nº 2 y 4 para los de cimentación tetrabloque.

#### **8.2.2.6. Empalmes**

Las características y condiciones de instalación de los empalmes y conexiones atenderán a las prescripciones que sobre éstos se indican en apartado 2.1.6 Empalmes y Conexiones de la ITC-LAT 07 del RLAT. En general se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se recomienda no realizar empalmes en la línea, salvo por razones de aprovechamiento del conductor en el reparto de las bobinas así lo exija, limitándose su uso a un empalme por vano y conductor. Sólo en explotación, en concepto de avería, se consentirá la colocación de dos empalmes.
- En cruzamientos, los contemplados en el artículo 32 del RLAT, los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce.
- Se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. No debiendo aumentar la resistencia eléctrica del conductor.
- Los empalmes deberán soportar, sin rotura ni deslizamiento del cable, el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.
- Con carácter general no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, no se podrá colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.
- En el caso del cable de tierra tipo OPGW, los empalmes reunirán las mismas condiciones de seguridad e inalterabilidad. Al disponer de un núcleo de fibras ópticas, será necesaria la utilización de cajas empalme que permitan asegurar la integridad y continuidad de las mismas, mediante las correspondientes operaciones de fusionado.

### 8.2.2.7. Balizas

Con objeto de destacar la presencia de tendidos eléctricos en zonas de mayor densidad de tráfico aéreo, se instalarán balizas en el hilo de tierra, con los siguientes criterios:

- En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico, se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 metros.
- En cruces sobre autovías y autopistas se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos.
- La fijación de la baliza al hilo de tierra estará protegida con material adecuado (neopreno o similar) para evitar daño en el mismo. Serán preferentemente de material de fibra de vidrio y de forma esférica con un diámetro de 40 cm con posibilidad de oscilar en torno a esa cifra.

Se utilizarán los siguientes elementos para señalización y balizamiento de la línea:

#### Esfera de balizaje

Válida para cable de guarda convencional y OPGW, así como conductor de fase. En nuestro caso, al montarlas sobre cable OPGW, se requiere el uso de varillas de protección. El material de fabricación es ABS coloreado.

Las balizas se fabrican con un diámetro de 600 mm, y están disponibles en colores Naranja y Blanco, pueden combinarse  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{2}$  de cada color. La fijación sobre el cable se realiza a través de un elastómero, EPDM, adecuado al diámetro del cable, con dos tornillos por lado. Además, las semi-balizas se unen entre sí mediante dos o seis fijaciones adicionales.

La tornillería es de acero inoxidable M-10. Cada semi-esfera tiene perforaciones para evacuar el agua de condensación.



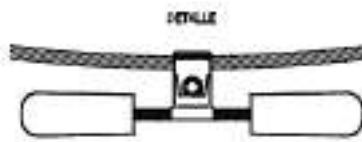
**Figura 15: Esfera de balizaje.**

### 8.2.2.8. Antivibradores

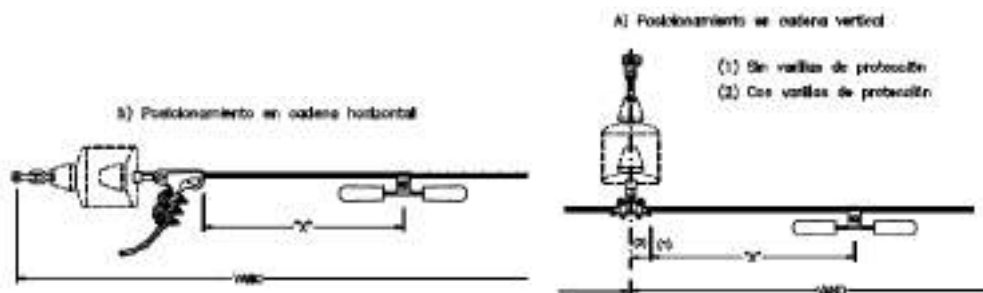
Los antivibradores cumplirán los siguientes requisitos:

- Servirán para proteger a los conductores y el cable de tierra de los efectos perjudiciales que puedan producir los fenómenos de vibración eólica a causa de los vientos de componente transversal a la línea y velocidades comprendidas entre 14 y 65 km/h.
- Evitarán dañar a los conductores.
- Estar preparados para su desinstalación y producir daño al conductor.
- Asegurar que los diferentes componentes no se aflojarán durante el servicio.
- Mantener su función en todo rango de temperatura de servicio.
- Evitar ruidos audibles.
- Prevenir la retención del agua.
- Facilidad de instalación y desinstalación con la línea en tensión.
- La flexión dinámica del conductor o cable de tierra sujeto a la vibración puede producir roturas prematuras por fatiga de sus alambres con la siguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica.
- La intensidad de este fenómeno depende de las características del conductor, de su estado tensional y de las características del viento.

Se instalarán amortiguadores tipo Stockbridge de cuatro resonancias instalados directamente sobre el cable, dos amortiguadores por vano, uno en cada extremo del cable en caso necesario una vez se hayan analizado las hipótesis de carga y viento.



**Figura 16: Antivibrador Stockbridge.**



**Figura 17: Posicionamiento Antivibrador.**

En cualquier caso, se consultará con el fabricante tanto el número de amortiguadores por vano como la separación de estos con el punto de engrape.

### 8.2.2.9. Sistema Antiescalo

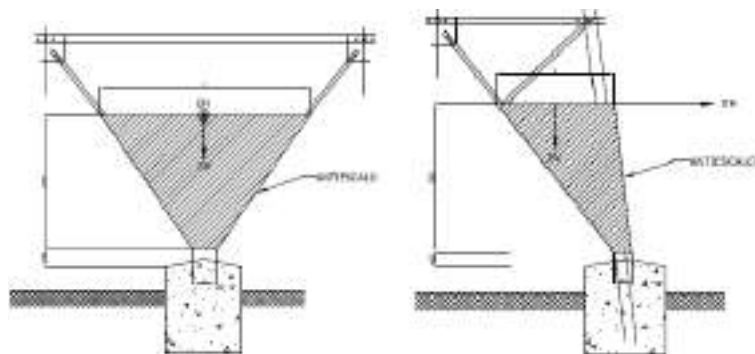
Con objeto de dificultar el acceso a elementos en tensión, en los apoyos que se enumeran a continuación, se utilizará un dispositivo antiescalada que cubra las cuatro caras del apoyo.

- Apoyos de pública concurrencia
- Apoyos con apartamiento
- Apoyos con conversión aéreo-subterránea

Dispondrán de las medidas oportunas para dificultar su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5 m.

Los sistemas antiescalada podrán ser metálicos, de poliéster reforzado o de fábrica de ladrillos.

- Antiescalo metálico: estará formado por una chapa metálica galvanizada en continuo según Norma UNE 10346, que cubrirá la parte inferior del apoyo hasta una altura mínima de 2,5 m.
- Antiescalo de poliéster: estará formado por resinas de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- Antiescalo de fábrica de ladrillos: estará formado por una construcción de ladrillos y mortero, de tal forma que se evite el estancamiento de agua en su interior.



**Figura 18: Sistema Antiescalo apoyos Tetrabloque.**

La fijación de los sistemas antiescalos a los apoyos no se realizará por medio de taladros, remaches ni clavarlos directamente sobre los elementos estructurales del apoyo.

Las uniones entre los distintos elementos que forman los antiescalos podrán realizarse por medio de engaste entre ellos, o bien por cosido con remaches, clavos, etc. En caso de uniones por medio de cosido con remaches o clavos, este cosido no se practicará a menos de 1,5 cm del borde de las chapas.





Sobre el dispositivo antiescalada se colocarán 4 placas de riesgo eléctrico, una por cada cara, de acuerdo con las dimensiones y colores que establece la reglamentación vigente.

### 8.2.3. Características de la Instalación

#### 8.2.3.1. Puestas a Tierra

El diseño de la puesta a tierra de los apoyos se basará en el cumplimiento de las tensiones de contacto, de forma que el valor de la resistencia de puesta a tierra, así como la forma y disposición de los electrodos, será el necesario para cumplir con los valores admisibles de tensión de contacto, garantizando de esta forma una gran protección de las personas e incrementando el nivel de seguridad en consonancia con la normalización internacional y europea más moderna.

El sistema de puesta a tierra estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

##### o Conductor de Tierra

Los conductores de las líneas de tierra deberán instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio.

Cuando en el apoyo exista macizo de hormigón, el conductor no debe tenderse por encima de él, sino atravesarlo.

No podrán insertarse ni fusibles ni interruptores.

Se utilizará como sección mínima 50 mm<sup>2</sup> en acero.

##### o Electrodos de Tierra

La instalación de tierra se realizará mediante la colocación de electrodos de difusión verticales. Los electrodos serán de acero cobreado de 1,5 m. de longitud y 14 mm de diámetro.

Cuando se instalen varias picas en paralelo se separarán como mínimo 1,5 veces la longitud de la pica.

Las uniones usadas para el ensamblaje de picas deberán tener el mismo esfuerzo mecánico que las picas, y deberán resistir fatigas mecánicas durante su colocación. Cuando se tengan que conectar metales diferentes que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.



### 8.2.3.2. Clasificación de Apoyos según su Ubicación

Según se especifica en la ITC-LAT 07, para el cálculo de la puesta a tierra de apoyos en líneas de AT, los apoyos se clasifican en apoyos frecuentados o no frecuentados. Dependiendo de la clasificación del apoyo, se deberán cumplir los distintos requisitos:

| Tipo de Apoyo        |   |
|----------------------|---|
| Apoyo Frecuentado    | Actuación del sistema de puesta a tierra. |
|                      | Cumplir la tensión de contacto admisible. |
|                      | Dimensionamiento ante efectos de rayo     |
| Apoyo NO Frecuentado | Actuación correcta de las protecciones    |

**Tabla 63. Tipos de Apoyo según Requisito de p.a.t.**

### 8.2.3.3. Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en el Código Estructural.

Además, la cimentación cumplirá lo detallado en el apartado 3.6 de la ITC-LAT-07 y será del tipo monobloque prismática de sección cuadrada o tetrabloque de cuatro bloques independientes y secciones circulares o cuadradas, con o sin cueva, en función de las características del terreno.

El bloque de cimentación monobloques sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

El bloque de cimentación tetrabloque sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Los valores de los coeficientes de compresibilidad se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el punto 3.6.1. de la ITC-LAT 07, debe cumplirse que:

- En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, que es la relación entre el



momento estabilizador mínimo (debido a los pesos propios, así como las reacciones y empujes pasivos del terreno), respecto a la arista más cargada de la cimentación y el momento volcador máximo motivado por las acciones externas. El coeficiente de seguridad no será inferior al indicado en la Tabla 10 Coeficientes de Seguridad, obtenidos del Apdo. 3.5 del ITC-LAT 07.

| Hipótesis Normales | Hipótesis Anormales |
|--------------------|---------------------|
| 1,5                | 1,2                 |

**Tabla 64. Coeficientes de Seguridad.**

- En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno, no se admitirá un ángulo de giro de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno.
- En el caso de que surgiese roca superficialmente o a muy poca profundidad, la cimentación se realizaría uniendo el apoyo a la roca mediante pernos anclados a la misma (cimentación en roca). Del mismo modo, en aquellos casos en los que mediante los medios mecánicos habituales no se pueda realizar la cimentación hasta la profundidad necesaria y, por consiguiente, sea preciso reforzarla, se realizará dicho esfuerzo uniendo el cimienta a la roca mediante pernos anclados a la misma (cimentación mixta).

Se consideran todas las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo:

- Peso del apoyo.
- Peso propio de cimentación.
- Peso de las tierras que arrastraría el macizo de hormigón al ser arrancado.
- Carga resistente de los pernos, en el caso de realizarse cimentaciones mixtas o en roc.
- En el caso de no disponer de las características reales del terreno mediante ensayos realizados en el emplazamiento de la línea, se recomienda utilizar como ángulo de talud natural o de arranque de tierras:
  - 30° para terreno normal.
  - 20° para terreno flojo.

Se consideran todas las cargas de compresión que la cimentación transmite al terreno:

- Peso del apoyo.
- Peso propio de la cimentación.
- Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación.
- Carga de compresión ejercida sobre el apoyo.
- En los apoyos que no precisan cimentación, la profundidad de empotramiento en el suelo será como mínimo de 1,3 metros para los apoyos de menos de 8 metros de altura, aumentando 0,10 metros por cada metro de exceso en la longitud del apoyo.



- En los apoyos que necesitan cimentación, la resistencia de ésta no es inferior a la del apoyo que soporta.

#### **8.2.3.4. Accesos**

Los accesos necesarios para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario, se llevarán a cabo según los siguientes criterios:

- Sobre caminos privados existentes y en buen estado.
- Sobre las fincas afectadas adyacentes al camino existente (en los márgenes) para el paso o ubicación temporal de maquinaria durante la fase de construcción.
- En las fincas sobre las que haya que construir un nuevo acceso, la servidumbre de paso comprenderá la explanada a realizar.

La actuación sobre un acceso puede crear la necesidad de afectar una construcción existente (muro, pozo, verja, acequias, etc.) ocasionándole daños, que el promotor repondrá y/o indemnizará, así como se responsabilizará del mantenimiento de todos los servicios necesarios para la adecuada explotación y uso de las fincas afectadas durante la ejecución de las obras, realizando todas aquellas actuaciones que resulten necesarias, aun cuando fuera con carácter provisional y sin perjuicio de su reposición definitiva.

De entre las diferentes alternativas válidas para la ejecución de un camino de acceso, la selección de la óptima se realiza, no sólo en base a los criterios técnicos anteriormente expuestos, sino que se consideran también criterios ambientales, de manera que produzca sobre el medio ambiente el menor impacto posible y criterios socioeconómicos, de forma que la afección al propietario también se minimice.

### **8.2.4. Distancias Reglamentarias a Afecciones**

#### **8.2.4.1. Distancias mínimas**

El RLAT en su apartado 5 de la ITC-07 contempla las distancias mínimas en cruzamientos y paralelismos. Para evitar descargas eléctricas, el RLAT considera tres tipos de distancias:

- Del: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente rápido o lento. Del puede ser tanto interna, cuando se considera unas distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.
- Dpp: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente rápido o lento. Dpp es una distancia interna.



- **asom**: Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Los valores indicados por el RLAT para este nivel de tensión son:

| Tensión más elevada de la red<br>Ua (kV) | Del (m) | Dpp (m) |
|--|---------|---------|
| 72,5                                     | 0,7     | 0,8     |

**Tabla 65. Valores de Distancia según Tensión 66 kV.**

A continuación, se analizarán las distancias mínimas de seguridad a tener en cuenta para este Proyecto de acuerdo al ITC07 del R.L.A.T.

#### ○ Distancia entre Conductores

La distancia mínima entre conductores viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

- D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.
- K': Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de las líneas.
- F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).
- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.
- Dpp: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de Dpp se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

#### ○ Distancia a Partes Puestas a Tierra

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a Del, con un mínimo de 0,2m. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ya citada ITC07 del R.L.A.



o **Distancia de los Conductores al Terreno, Caminos, Sendas y a Cursos de Agua no Navegables**

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T. la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ en metros, (con un mínimo de 6 m)}$$

No obstante, en lugares de difícil acceso las anteriores distancias podrán ser reducidas en un metro.

Siendo:

- Del: la distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.
- Dadd + Del: Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

o **Distancia a Otras Líneas Aéreas o Líneas Aéreas de Telecomunicación**

**Cruzamientos**

En los cruces de líneas eléctricas aéreas se situará a mayor altura la de tensión más elevada y, en el caso de igual tensión; la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será de cargo del propietario de la nueva línea la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.



- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Considerándose los conductores de ésta, en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento a) del apartado 3.2.3 de la ITC07 del RLAT. Los valores de Del se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del RLAT en función de la tensión más elevada de la línea inferior.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no deberá ser inferior a:

$Dadd + Dpp$  en metros.

A la distancia de aislamiento adicional, Dadd, se le aplicarán los valores de la tabla 17 del apartado 5.6.1 de la ITC07 del RLAT.

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra óptico (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

$Dadd + Del = 1,5 + Del$  en metros, (con un mínimo de 2m).

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto por lo tanto a las mismas prescripciones.

#### Proximidades y Paralelismos

Se evitará siempre que se pueda la construcción de líneas de alta tensión paralelas a distancias (entre las trazas de los conductores más próximos) inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.

Respecto al paralelismo entre líneas de alta tensión con líneas de telecomunicación, se evitará siempre que se pueda, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

#### ○ Distancia a Carreteras

#### Cruzamientos

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$Dadd + Del$  en metros, (con un mínimo de 7m).

Siendo:



- Dadd = 7,5 para líneas de categoría especial
- Dadd = 6,3 para líneas del resto de categorías.

La distancia mínima del cable de tierra OPGW sobre la rasante de la carretera debe ser 7m, según la ITC07 del RLAT. En nuestro caso se cumple al ir este cable instalado por encima de los conductores de fase.

### Proximidades y Paralelismos

Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.

Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

Para los paralelismos no son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

- **Distancia a Ferrocarriles sin Electrificar**

### Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT. La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre las cabezas de los carriles será la misma que para cruzamientos con carreteras.

### Proximidades y Paralelismos

A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.





La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.

Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

Para los paralelismos no son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

- **Distancia a Ferrocarriles Electrificados, Tranvías y Trolebuses**

#### Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

En el cruzamiento entre las líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será d:

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el} \text{ en metros, (con un mínimo de 4m).}$$

#### Proximidades y paralelismos

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se seguirá lo indicado en al apartado 5.8 para ferrocarriles sin electrificar.

- **Distancia a Teleféricos y Cables Transportadores**

#### Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables de este durante su explotación normal y la posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente será de:

$$D_{add} + D_{el} = 4,5 + D_{el} \text{ en metros, (con un mínimo de 5m)}$$



La distancia del cable de tierra OPGW a la parte más elevada del teleférico será de 5m.

#### Proximidades y Paralelismos

La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será como mínimo la que se obtenga de la fórmula anteriormente indicada.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

#### ○ Distancia a Ríos y Canales, Navegables o Flotables

#### Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será:

- Líneas de categoría especial:  $G + Dadd + Del = G + 3,5 + Del$  en metros,
- Resto de líneas:  $G + Dadd + Del = G + 2,3 + Del$  en metros,

Siendo G= Gálibo (4,7 m cuando no está definido).

La distancia del cable de tierra OPGW sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de 7m, cumpliéndose en nuestro caso al ir este cable instalado por encima de los conductores de fase.

#### Proximidades y Paralelismos

La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 metros y, como mínimo, vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial correspondiente al caudal de la máxima avenida. No obstante, podrá admitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

#### ○ Paso por Zonas

#### Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.



Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$Dadd + Del = 1,5 + Del \text{ en metros, (con un mínimo de 2m).}$$

#### Edificios, construcciones y zonas urbanas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$Dadd + Del = 3,3 + Del \text{ en metros, (con un mínimo de 5m).}$$

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del metros, con un mínimo de 4 metros.

#### ○ Proximidades a Obra

Cuando se realicen obras próximas a la línea aérea y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el 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, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

#### **8.2.4.2. Resultado de las Afecciones de la LAAT**

Se exponen a continuación las distancias mínimas que la línea de evacuación debe respetar en términos de cruzamientos, paralelismos y mínimas distancias de apoyos sobre las afecciones detectadas.



| Tabla de Afecciones RLAT (Líneas Aéreas Alta Tensión)                                      |  | Cruzamientos (m) | Paralelismos (m)       | Dist. apoyo (m)                 | Afecciones del Proyecto |
|--|--|------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Distancia de los conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables. |  | 7                | N/A                    | N/A                             | X                       |
| Distancia a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación             | Conductor - Apoyo                                      | 5                | Altura del Apoyo x 1,5 | N/A                             | X                       |
|  | Conductor-Cable de Tierra                              | 5,2              |                        | N/A                             | X                       |
|  | Entre conductores                                      | 3,3              |                        | N/A                             | X                       |
| Distancias a carreteras  | Autopistas, autovías y vías rápidas                    | 9,2              | N/A                    | ≥50                             |                         |
|  | Resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado |                  | N/A                    | ≥25                             |                         |
| Distancia a ferrocarriles sin electrificar   |  | 9,2              | N/A                    | ≥50                             |                         |
| Distancia a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses                            |  | 5,2              | N/A                    | ≥50                             |                         |
| Distancias a teleféricos y cables transportadores  |  | 6,2              | N/A                    | 6,2                             |                         |
| Distancias a ríos y canales, navegables o flotables  |  | 9,9              | N/A                    | Altura del Apoyo x 1,5 (min 25) |                         |
| Paso por zonas   | Conductores y Zonas Arboladas                          | 3,2              | N/A                    | N/A                             |                         |
|  | Protegidas   | N/A              |                        | N/A                             | X                       |
|  | Edificios, construcciones y zonas urbanas              | 5                |                        | N/A                             |                         |

**Tabla 66. Cruzamientos, paralelismos y Distancias a Apoyo para LAAT de Evacuación 66 kV.**

### 8.2.5. Protección Avifauna

Se cumplirán las prescripciones establecidas en:

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- RD 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.

Se establecerán las soluciones técnicas necesarias para garantizar las condiciones exigidas por la reglamentación medioambiental vigente en cuestión de protección de la Avifauna.



En la normativa vigente, anteriormente mencionada, de protección de la avifauna para instalaciones eléctricas de alta tensión, se establecen condiciones técnico-ambientales exigibles a dichas instalaciones eléctricas, con el fin de minimizar los riesgos de mortalidad de la avifauna por electrocución y colisión con las mismas.

De lo reflejado en el RD 1432/2008 las medidas de protección a analizar son:

#### **8.2.5.1. Medidas Antielectrocución**

Serán de aplicación a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión en los siguientes casos:

- A las de nueva construcción, así como a las ampliaciones o modificaciones de las existentes que requieran autorización administrativa.
- A las instalaciones existentes que discurran por las zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008, de 29 de Agosto.

#### **8.2.5.2. Medidas Anticolisión**

Serán de aplicación a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión en los siguientes casos:

- A las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos ubicadas en zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008, de 29 de Agosto, que sean de nueva construcción, o que no cuenten con un proyecto de ejecución aprobado a la entrada en vigor de este real decreto, así como a las ampliaciones o modificaciones de líneas eléctricas aéreas de alta tensión ya existentes.
- También se aplica, de manera voluntaria, a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos existentes a la entrada en vigor del RD 1432/2008, ubicadas en zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008.

#### **8.2.5.3. Medidas de Prevención**

Según se establece en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de Agosto, las medidas de prevención son las siguientes:

##### Medidas de Prevención ante la Electrocución

La electrocución de las aves se produce cuando tocan accidentalmente con alguna parte de su cuerpo dos conductores al mismo tiempo, o un conductor y tierra. Evidentemente, el puente puede ser ocasionado al tocarse dos aves entre sí, en las condiciones anteriores.

- Las líneas se habrán de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose la disposición horizontal de los mismos, excepto los apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea.



- Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, de derivación, anclaje, fin de línea, se diseñarán de forma que no se sobrepase con elementos en tensión las crucetas no auxiliares de los apoyos. En su defecto se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión mediante dispositivos de probada eficacia.
- La unión entre los apoyos y los transformadores o seccionadores situados en tierra, que se encuentren dentro de casetillas de obra o valladas, se hará con cable seco o trenzado.
- Los apoyos de alineación tendrán que cumplir las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y elementos en tensión la distancia de seguridad será de 0,75 m, y entre conductores de 1,5 m. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento efectivo y permanente de las zonas de tensión.
- En el caso de armado tresbolillo, la distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado o del correspondiente puente flojo no será inferior a 1,5 metros, a menos que el conductor o el puente flojo esté aislado.
- Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del poste y el conductor central no será inferior a 0,88 metros, a menos que se aisle el conductor central 1 metro a cada lado del punto de enganche.
- Los apoyos de anclaje, ángulo, derivación, fin de línea y, en general, aquellos con cadena de aisladores horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión de 1 metro. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión.
- Se instalarán preferentemente apoyos tipo tresbolillo frente a cualquier otro tipo de poste en líneas aéreas con conductor desnudo para tensiones nominales iguales o inferiores a 36 kV.
- Los diferentes armados han de cumplir unas distancias mínimas de seguridad «d», tal y como se establece en el cuadro que se contiene en el anexo del RD 1432/2008. Las alargaderas en las cadenas de amarre deberán diseñarse para evitar que se posen las aves. En el caso de constatarse por el órgano competente de la comunidad autónoma que las alargaderas y las cadenas de amarre son utilizadas por las aves para posarse o se producen electrocuciones, la medida de esta distancia de seguridad no incluirá la citada alargadera.
- En el caso de crucetas distintas a las especificadas en el cuadro de crucetas del apartado e), la distancia mínima de seguridad «d» aplicable será la que corresponda a la cruceta más aproximada a las presentadas en dicho cuadro.

#### Medidas de Prevención ante la Colisión

- Las instalaciones eléctricas que estén dentro del ámbito de aplicación o cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma., estarán dotadas de salvapájaros o señalizadores



visuales en los cables de tierra aéreos o en los conductores, si aquellos no existen. En ausencia de cable de tierra aéreo se colocarán los salvapájaros en uno de los cables superiores.

- Los salvapájaros o señalizadores consistirán en espirales, tiras formando aspas u otros sistemas de probada eficacia y mínimo impacto visual realizados con materiales opacos que estarán dispuestos cada 5 metros, cuando el cable de tierra sea único, o cuando sean dos los cables de tierra paralelos, o en su caso, en los conductores.
- Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra. Si estos últimos no existieran, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada 5 metros (si el cable de tierra es único) o alternadamente, cada 20 metros (si son dos cables de tierra paralelos o, en su caso, en los conductores). La señalización en conductores se realizará de modo que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En aquellos tramos más peligrosos debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias.
- Los salvapájaros o señalizadores serán del tamaño mínimo siguiente:
- Espirales: Con 30 cm de diámetro x 1 metro de longitud.
- De 2 tiras en X: De 5 x 35 cm.
- Se podrán utilizar otro tipo de señalizadores, siempre que eviten eficazmente la colisión de aves, a juicio del órgano competente de la comunidad autónoma.

#### **8.2.5.4. Soluciones Adoptadas**

##### Medidas Anti-Electrocución

Con objeto de prevenir, e incluso evitar incidentes y daños por electrocución sobre la cruceta de los apoyos por la probable nidificación sobre las mismas, así como posteriores actuaciones de derribo de nidos por actuaciones de mantenimiento de la línea, se colocarán pletinas verticales de chapa galvanizada y forma triangular sobre los puentes de las crucetas de todos los postes, de tal manera que se impida el posado de las aves

##### Medidas Anticolisión

Se colocarán salva-pájaros en el cable de fibra superior (OPGW) dispuestos cada 5 metros.



## 9. DESCRIPCIÓN GENERAL LSMT 20 KV

### 9.1. Características generales

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación subterránea comprendida en entre el centro de seccionamiento 20 kV y la SE Elevadora 66/20 kV.

| Línea Evacuación               | Tramo Subterráneo              |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Denominación de línea          | LSMT 20 kV Ventajud            |
| Tipo de línea                  | subterránea                    |
| Nivel de Tensión (kV)          | 20                             |
| Categoría                      | Tercera                        |
| Nudo del extremo de red        | SE Elevadora 66/20 kV          |
| Nudo del extremo de generación | centro de seccionamiento 20 kV |
| Longitud (km)                  | 3,66                           |

Tabla 67. Información General de LSMT 20 kV Ventajud.

### 9.2. Características de la instalación

#### 9.2.1. Características del conductor

El conductor a utilizar para la línea de 20 kV será del tipo R5HZ1 12/20 kV 2x(3x1x400) mm<sup>2</sup> de Prysmian, con las siguientes características:

| Características Conductor   |   |
|---|---|
| Tipo Constructivo   | Unipolar  |
| Conductor   | Aluminio, semirrígido clase 2 según UNE-EN 60228          |
| Aislamiento   | Polietileno Reticulado, XLPE                              |
| Nivel de Aislamiento U <sub>0</sub> /U (Um)                       | 12/20 kV  |
| Semiconductora Externa  | Capa extrusionada de material conductor separable en frío |
| Pantalla Metálica   | Cinta de aluminio   |
| Temperatura Máx. Admisible en el Conductor en Servicio Permanente | 90°C  |
| Temperatura Máx. Admisible en el Conductor en Régimen De Cc       | 250°C   |
| Sección   | 400 mm <sup>2</sup>                                       |
| Peso Aproximado   | 2100 kg/km  |
| Diámetro Nominal Aislamiento                                      | 33,00 mm  |



| Características Conductor   |             |
|---|-------------|
| Diámetro Nominal Exterior   | 40,70 mm    |
| Resistencia Eléctrica del Conductor A 20°C C.C  | 0,0778 Ω/km |
| Intensidad Máxima Admisible Directamente Enterrado<br>(1m de Profundidad, Tª Terreno = 25 °c, 1,5k-M/W) | 445 A       |
| Radio de Curvatura  | 0,61 m      |

Tabla 68. Características del Conductor de la línea de 20 kV.

### 9.2.2. Disposición de montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

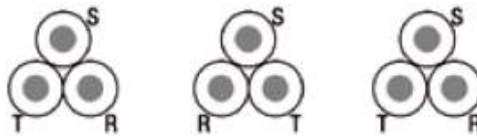


Figura 19: Colocación de cables en tresbolillo.

La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo bajo tubo enterrado.

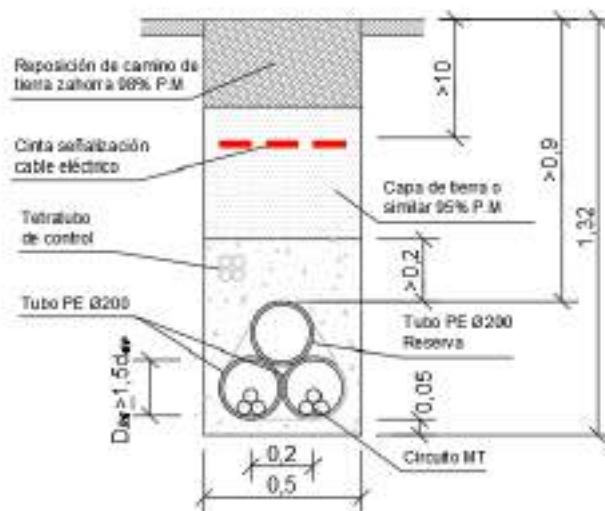


Figura 20: Detalla de zanja tipo bajo camino de tierra.



### **9.2.3. Accesorios**

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

#### **9.2.3.1. Terminaciones**

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

- Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442

#### **9.2.3.2. Empalmes**

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

### **9.2.4. Sistema de puesta a tierra**

#### **9.2.4.1. Puesta a tierra de cubiertas metálicas**

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



**Figura 21: Puesta a tierra de cubiertas metálicas.**

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en tresbolillo.

### 9.2.5. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

### 9.2.6. Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

### 9.2.7. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del tubo se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

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

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.



## 9.2.8. Arquetas

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección, en los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Se colocarán arquetas, como máximo, cada 200 m, adicionalmente se instalarán en aquellas partes del trazado de la línea que presenten giros pronunciados, y antes y después de cruzamientos con afecciones.

La información relativa al número total de arquetas consideradas se encuentra referida en el plano correspondiente del trazado de la línea subterránea.

### 9.2.8.1. Medidas de señalización y seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

## 9.3. Distancias reglamentarias a afecciones

### 9.3.1. Cruzamientos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

#### 9.3.1.1. Calles, caminos y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.



### 9.3.1.2. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

### 9.3.1.3. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de 66 kV y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### 9.3.1.4. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### 9.3.1.5. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.



### 9.3.1.6. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC -LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

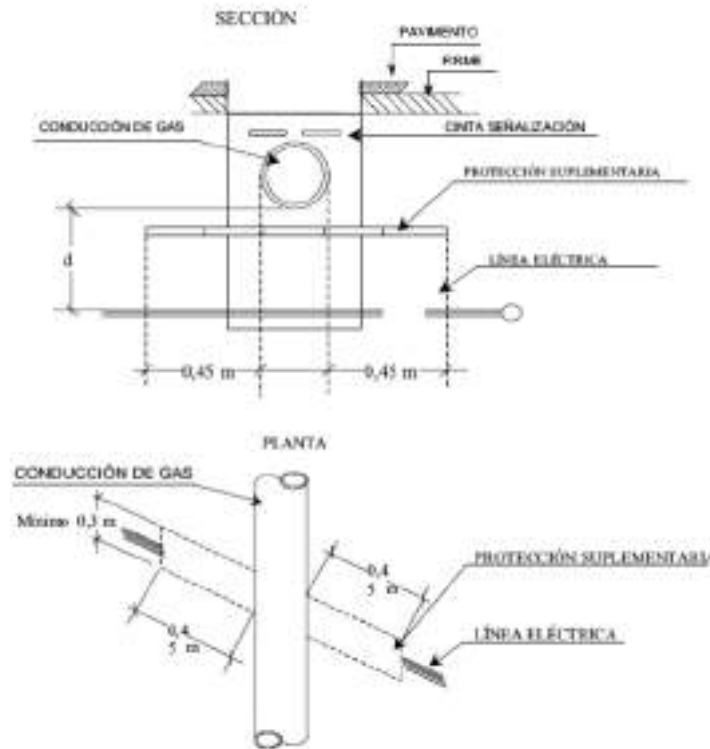
En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

|                             | Presión de la instalación de gas | Distancia mínima (d) sin protección suplementaria | Distancia mínima (d) con protección suplementaria |
|-----------------------------|----------------------------------|---|---|
| Canalizaciones y acometidas | En alta presión >4 bar           | 0,40 m  | 0,25 m  |
|                             | En media y baja presión ≤4 bar   | 0,40 m  | 0,25 m  |
| Acometida interior*         | En alta presión >4 bar           | 0,40 m  | 0,25 m  |
|                             | En media y baja presión ≤4 bar   | 0,20 m  | 0,10 m  |

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

**Figura 22: Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06).**

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.



**Figura 23: Detalles de cruzamiento y conducciones (ITC-LAT 06).**

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### 9.3.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

#### 9.3.2.1. Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de



energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

### **9.3.2.2. Cables de telecomunicación**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### **9.3.2.3. Canalizaciones de agua**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

### **9.3.2.4. Canalizaciones de gas**

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 de la ITC-LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y

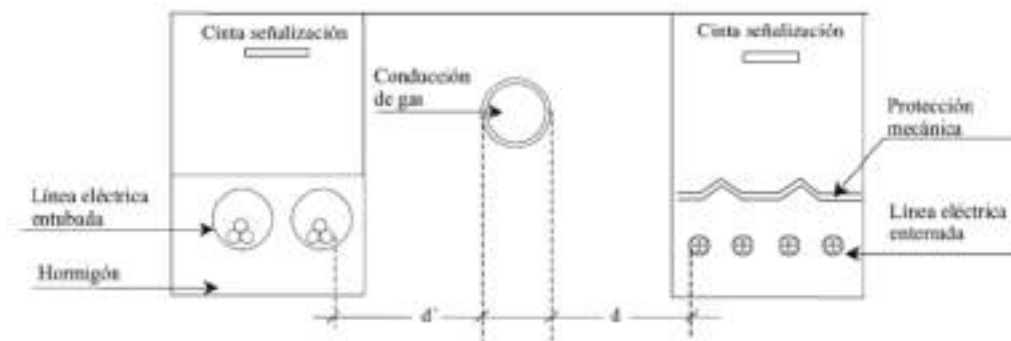


que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

|                             | Presión de la instalación de gas | Distancia mínima (d) sin protección suplementaria | Distancia mínima (d) con protección suplementaria |
|-----------------------------|----------------------------------|---|---|
| Canalizaciones y acometidas | En alta presión >4 bar           | 0,40 m  | 0,25 m  |
|                             | En media y baja presión ≤ 4 bar  | 0,25 m  | 0,15 m  |
| Acometida interior*         | En alta presión >4 bar           | 0,40 m  | 0,25 m  |
|                             | En media y baja presión ≤ 4 bar  | 0,20 m  | 0,10 m  |

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

**Figura 24: Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas (Tabla 4 ITC-LAT 06).**



**Figura 25: Detalles de paralelismo y conducciones (ITC-LAT 06).**

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

### 9.3.2.5. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T como de A.T en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad perfecta.



## 10.TORRE DE MEDICION Y LSBT

### 10.1.Introducción

Además de las infraestructuras comunes de evacuación de los parques eólicos descritos en los apartados anteriores, el presente proyecto recoge también la torre de medición de los parques eólicos y su zanja de suministro en baja tensión desde el centro de seccionamiento 20 kV.

A continuación, se describe la información general de la línea de baja tensión de suministro a la torre de medición.

| Línea de suministro            | Tramo 1                        |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Denominación de línea          | LSBT T.M. parques Ventajud     |
| Tipo de línea                  | Subterránea                    |
| Nivel de Tensión (kV)          | 0,4                            |
| Nudo del extremo de red        | T.M. parques Ventajud          |
| Nudo del extremo de generación | Centro de seccionamiento 20 kV |
| Longitud (km)                  | 0,25                           |

**Tabla 69. Información General de la LSBT torre de medición**

La línea de suministro a la torre de medición se proyecta en los Términos Municipales de Monreal (Navarra).

A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 30 T) aproximadas del inicio y fin de la línea:

| Emplazamiento de la Línea de suministro | Inicio de Línea  | Fin de Línea     |
|---|------------------|------------------|
| Zona                                    | 30 T             | 30 T             |
| Abscisa (X)                             | 622.671,22 m E   | 622.499,00 m E   |
| Norte (Y)                               | 4.730.436,93 m N | 4.730.373,00 m N |

**Tabla 70. Localización de la LSBT torre de medición**

El inicio de la línea subterránea de 0,400 kV se encuentra en la salida, desde el cuadro de servicios auxiliares, del centro de seccionamiento 20 kV y el fin de línea se localizará en la torre de medición, todo el trazado discurrirá por el término municipal de Monreal (Navarra).

A continuación, se muestra el plano de localización de la línea mostrado en rojo.



**Figura 26: Localización LSBT torre de medición**

## 10.2. Trazado

La línea de suministro a la torre de medición se proyecta en el Término Municipal de Monreal (Navarra). Parte desde el centro de seccionamiento 20 kV hasta la torre de medición del parque eólico.

A continuación, se enumeran las parcelas afectadas por el trazado de la Línea de suministro:

| T.M.    | POLÍGONO | PARCELA | REF CATASTRAL        |
|---------|----------|---------|----------------------|
| Monreal | 2        | 340     | 310000000001293091BH |

**Tabla 71. Parcelas Afectadas por el trazado de LSBT torre de medición.**

Durante el desarrollo del proyecto para la autorización administrativa de construcción estas parcelas podrían verse modificadas.

## 11.TORRE DE MEDICION

### 11.1.Emplazamiento

La ubicación de la torre es tal que la toma de medidas se puede considerar representativa del parque eólico. En la siguiente tabla 1 se muestran las coordenadas de ubicación de la torre de medición que se ubicará en las cercanías de los parques eólicos que la precisan y que se unirá con el cuadro de servicios auxiliares de la centro de seccionamiento 20 kV.

La torre de medición se instalará en el término municipal de Monreal, en concreto la parcela 340 del polígono 2. Las coordenadas (Huso 30 T UTM – ETRS) de referencia donde se localizará la torre son las siguientes:

- Coordenada X: 622.499,00 m E
- Coordenada Y: 4.730.373,00 m N

La siguiente imagen ilustra la ubicación de la torre de medición:



**Figura 27: Localización torre de medición.**



La torre de medición se ubicará en la parcela de datos catastrales indicada a continuación:

| Polígono | Parcela | Ref. Catastral       | Municipio | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|----------|---------|----------------------|-----------|------------------------------|
| 2        | 340     | 310000000001293091BH | Leache    | 565727,83                    |

*Tabla 72. Polígono y Parcela donde se instalará la torre de medición.*

## 11.2. Torre de medición

La torre de medición será autosoportada, de 98,5 metros de altura, tipo Carl-C o similar y estará equipada con cuatro anemómetros a las alturas de torre de 101; 97; 94,5 y 41,9 metros y de tres veletas a las alturas de medición de la torre de 101; 94,5 y 41.9 metros.

La caracterización de la torre de medición quedará de la siguiente manera:

- Altura 101 metros: 1 anemómetro.
- Altura 97 metros: 1 anemómetro y 1 veleta.
- Altura 94,5 metros: 1 anemómetro y 1 veleta.
- Altura 41,9 metros: 1 anemómetro y 1 veleta.

Los sensores de velocidad de viento o anemómetro será tipo cazoletas modelo Thies First Class Advance o similar.

Las veletas o sensores de dirección de viento será tipo veleta modelo Thies First Class o similar.

El resto de equipamiento con el que contará la torre de medición será:

- Altura 2,00 metros: Un sistema de adquisición de datos tipo DATALOGGER NRG Symphonie Pro.
- Altura de 97 m. Una Weather Station (WS) compuesta por un sensor de temperatura, de humedad y de presión tipon Lufft WS300.

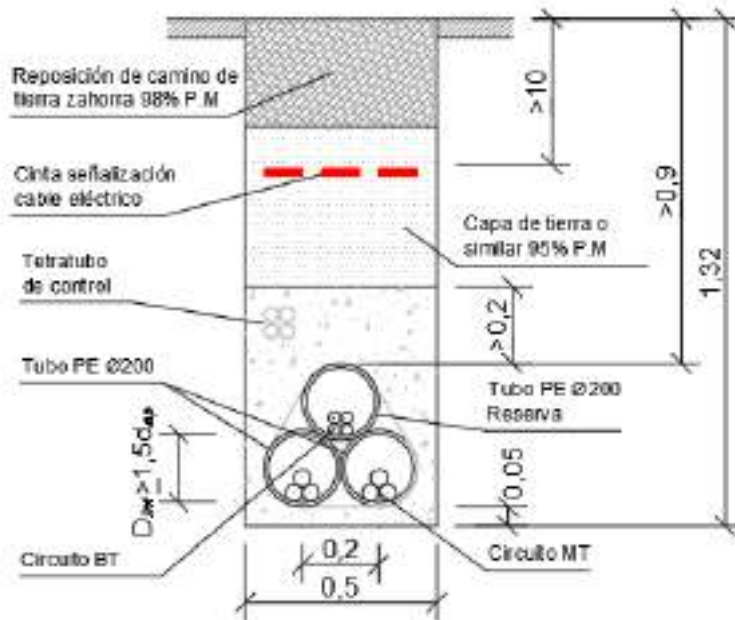
La alimentación de la torre de medición se realizará desde el cuadro de servicios auxiliares del centro de seccionamiento 20 kV.

La torre estará conectada con el sistema de control y monitorización del parque eólico mediante fibra óptica.

## 11.3. Zanjas

El trazado de la zanja transcurrirá en su mayor parte del trazado por un camino rural existente desde la salida de la subestación elevadora 66/20 kV hasta la base de la cimentación de la torre. La longitud de esta

canalización es de 249,60 m. La profundidad de excavación mínima es de 1,2m y ancho 0,6m, tal y como se muestra en la siguiente Tabla.



Para la sección de zanja que transcurre bajo la Plataforma de la grúa será necesario utilizar una sección tipo reforzada.

## 11.4.Plano de la torre de medición

En el documento de planos se adjunta detalle de la torre de medición y su plataforma.



---

## 12. PETICIÓN A LA ADMINISTRACIÓN COMPETENTE

Con la presente Memoria y demás documentos que se adjuntan y que componen la presente Separata, se considera haber descrito las instalaciones de referencia a **I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U**, sin perjuicio de cualquier ampliación, modificación o aclaración que las autoridades competentes o partes interesadas considerasen oportunas.



Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de  
Maniobra Ventajud 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento  
20 kV  
Monreal (Navarra)

---



# ANEXO I: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN





## Índice

|   |   |
|---|---|
| 1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN SET ELEVADORA 66/20 KV VENTAJUD.....   | 3 |
| 2. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN SET MANIOBRA 66 KV VENTAJUD.....   | 4 |
| 3. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN LSMT 20 KV VENTAJUD, LAAT 66 KV VENTAJUD Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO 20 KV..... | 5 |



# 1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN SET ELEVADORA 66/20 KV VENTAJUD

| #        | MES   | 1        |   |   |   | 2 |   |   |   | 3 |   |   |   | 4 |   |   |   | 5 |   |   |   | 6 |   |   |   |  |  |
|----------|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
|          | SEMANA  | 1        | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |  |  |
|          | <b>Proyecto SET Elevadora 66/20 kV Ventajud</b> |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| <b>1</b> | <b>Trabajos previos</b>                         | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 1.1      | Ingeniería de Detalle                           | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 1.2      | Limpieza y Desbroce del terreno                 | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 1.3      | Trazo y Replanteo preliminar                    | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 1.4      | Movimiento de tierras                           | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 1.5      | Zanjas para red de tierras                      | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 1.6      | Acarreo de materia excedente                    | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| <b>2</b> | <b>Red de tierras</b>                           | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 2.1      | Tendido y conexionado de la red de tierras      | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| <b>3</b> | <b>Obra Civil</b>                               | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 3.1      | Excavación de cimentaciones                     | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 3.2      | Realización de bancadas                         | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 3.3      | Realización del foso de recogida de aceite      | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| <b>4</b> | <b>Montaje de aparellaje</b>                    | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 4.1      | Armado y montaje de estructuras metálicas       | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 4.2      | Montaje de aparellaje                           | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 4.3      | Conexión de tierra y equipos                    | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 4.4      | Montaje de edificio de control                  | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 4.5      | Montaje de celdas                               | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 4.6      | Conexionado de equipos                          | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 4.7      | Montaje de transformador                        | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 4.8      | Conexiones generales                            | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| <b>5</b> | <b>Trabajos de puesta en servicio</b>           | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 5.1      | Pruebas   | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 5.2      | Puesta en marcha                                | [Shaded] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |



## 2. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN SET MANIOBRA 66 KV VENTAJUD

| #        | MES   | 1 |   |   |   | 2 |   |   |   | 3 |   |   |   | 4 |   |   |   | 5 |   |   |   | 6 |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|          | SEMANA                                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |   |   |
|          | <b>Proyecto SET Maniobra 66 kV Ventajud</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>1</b> | <b>Trabajos previos</b>                     | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1.1      | Ingeniería de Detalle                       | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1.2      | Limpieza y Desbroce del terreno             |   |   | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1.3      | Trazo y Replanteo preliminar                |   |   | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1.4      | Movimiento de tierras                       |   |   | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1.5      | Zanjas para red de tierras                  |   |   |   |   | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1.6      | Acarreo de materia excedente                |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>2</b> | <b>Red de tierras</b>                       |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2.1      | Tendido y conexionado de la red de tierras  |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>3</b> | <b>Obra Civil</b>                           |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3.1      | Excavación de cimentaciones                 |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>4</b> | <b>Montaje de aparellaje</b>                |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4.1      | Armado y montaje de estructuras metálicas   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4.2      | Montaje de aparellaje                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4.3      | Conexión de tierra y equipos                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4.4      | Montaje de edificio de control              |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4.5      | Montaje de celdas                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4.6      | Conexionado de equipos                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4.       | Conexiones generales                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| <b>5</b> | <b>Trabajos de puesta en servicio</b>       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 5.1      | Pruebas                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 5.2      | Puesta en marcha                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |





Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra  
Ventajud 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV  
Monreal (Navarra)



## **DOCUMENTO 2: PRESUPUESTO**



## Índice

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | PRESUPUESTO SE ELEVADORA 66/20 KV VENTAJUD .....                    | 3  |
| 2 | PRESUPUESTO SE MANIOBRA 66 KV VENTAJUD .....                        | 4  |
| 3 | PRESUPUESTO CENTRO SECCIONAMIENTO VENTAJUD .....                    | 5  |
| 4 | PRESUPUESTO LAAT 66 KV.....   | 6  |
| 5 | PRESUPUESTO LSMT 20 KV .....  | 7  |
| 6 | PRESUPUESTO TORRE DE MEDICIÓN .....                                 | 8  |
| 7 | PRESUPUESTO TOTAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE EVACUACIÓN.... | 9  |
| 8 | PRESUPUESTO POR MUNICIPIOS .....                                    | 10 |



# 1 PRESUPUESTO SE ELEVADORA 66/20 KV VENTAJUD

| <b>Código</b> | <b>Capítulo</b>  | <b>Importe</b>        |
|---------------|--|-----------------------|
| 1             | Estudios e ingenierías                                     | 39.000,00 €           |
| 2             | Suministro de Equipos                                      | 660.000,00 €          |
| 2.1           | Transformadores de Potencia                                | 265.000,00 €          |
| 2.2           | Interruptores y Seccionadores                              | 225.000,00 €          |
| 2.3           | Equipos Secundarios  | 170.000,00 €          |
| 3             | Obra Civil   | 400.000,00 €          |
| 4             | Instalación Mecánica                                       | 83.700,00 €           |
| 4.1           | Estructuras y Pórticos                                     | 32.500,00 €           |
| 4.2           | Vallado y Acceso   | 51.200,00 €           |
| 5             | Instalación Eléctrica                                      | 55.136,67 €           |
| 5.1           | Cableado de Alta Tensión                                   | 25.400,00 €           |
| 5.2           | Cableado de Baja Tensión                                   | 27.700,00 €           |
| 5.3           | Sistema Puesta a Tierra                                    | 2.036,67 €            |
| 6             | Control y Comunicaciones                                   | 84.500,00 €           |
| 7             | Edificio Eléctrico   | 110.500,00 €          |
| 8             | CCTV   | 3.900,00 €            |
| 9             | Sistema de Medida  | 19.066,67 €           |
|               |  |                       |
|               | <b>Total Presupuesto de Ejecución Material Subestación</b> | <b>1.455.803,34 €</b> |
|               | <b>Gastos generales (8%)</b>                               | <b>116.464,27 €</b>   |
|               | <b>Beneficio Industrial (6%)</b>                           | <b>87.348,20 €</b>    |
|               | <b>IVA (21%)</b>   | <b>348.519,32 €</b>   |
|               |  |                       |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Subestación (sin IVA)</b>   | <b>1.659.615,81 €</b> |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Subestación (con IVA)</b>   | <b>2.008.135,13 €</b> |

Tabla 1: Presupuesto de la SE Elevadora Ventajud 66/20 kV



## 2 PRESUPUESTO SE MANIOBRA 66 KV VENTAJUD

| <b>Código</b> | <b>Capítulo</b>  | <b>Importe</b>        |
|---------------|--|-----------------------|
| 1             | Estudios e ingenierías                                     | 39.000,00 €           |
| 2             | Suministro de Equipos                                      | 400.000,00 €          |
| 2.1           | Interruptores y Seccionadores                              | 230.000,00 €          |
| 2.2           | Equipos Secundarios  | 170.000,00 €          |
| 3             | Obra Civil   | 400.000,00 €          |
| 4             | Instalación Mecánica                                       | 90.400,00 €           |
| 4.1           | Estructuras y Pórticos                                     | 39.200,00 €           |
| 4.2           | Vallado y Acceso   | 51.200,00 €           |
| 5             | Instalación Eléctrica                                      | 55.136,67 €           |
| 5.1           | Cableado de Alta Tensión                                   | 25.400,00 €           |
| 5.2           | Cableado de Baja Tensión                                   | 27.700,00 €           |
| 5.3           | Sistema Puesta a Tierra                                    | 2.036,67 €            |
| 6             | Control y Comunicaciones                                   | 84.500,00 €           |
| 7             | Edificio Eléctrico   | 110.500,00 €          |
| 8             | CCTV   | 3.900,00 €            |
| 9             | Sistema de Medida  | 19.066,67 €           |
|               |  |                       |
|               | <b>Total Presupuesto de Ejecución Material Subestación</b> | <b>1.202.503,34 €</b> |
|               | <b>Gastos generales (8%)</b>                               | <b>96.200,27 €</b>    |
|               | <b>Beneficio Industrial (6%)</b>                           | <b>72.150,20 €</b>    |
|               | <b>IVA (21%)</b>   | <b>287.879,30 €</b>   |
|               |  |                       |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Subestación (sin IVA)</b>   | <b>1.370.853,81 €</b> |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Subestación (con IVA)</b>   | <b>1.658.733,11 €</b> |

Tabla 2: Presupuesto de la SE Maniobra Ventajud 66 kV





### 3 PRESUPUESTO CENTRO SECCIONAMIENTO VENTAJUD

| <b>Código</b> | <b>Capítulo</b>  | <b>Importe</b>     |
|---------------|--|--------------------|
| 1             | Suministro de Equipos                                      | 4.500,00 €         |
| 1.1           | Celdas MT  | 4.500,00 €         |
| 2             | Obra Civil   | 9.336,92 €         |
| 2.1           | Caseta prefabricada PFU-9                                  | 9.336,92 €         |
| 3             | Instalación Eléctrica                                      | 746,00 €           |
| 3.1           | Cableado de Media Tensión                                  | 590,00 €           |
| 3.3           | Sistema Puesta a Tierra                                    | 156,00 €           |
| 4             | Sistema de Medida  | 158,92 €           |
|               |  |                    |
|               | <b>Total Presupuesto de Ejecución Material Subestación</b> | <b>14.741,84 €</b> |
|               | <b>Gastos generales (8%)</b>                               | <b>1.179,35 €</b>  |
|               | <b>Beneficio Industrial (6%)</b>                           | <b>884,51 €</b>    |
|               | <b>IVA (21%)</b>   | <b>3.529,20 €</b>  |
|               |  |                    |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Subestación (sin IVA)</b>   | <b>16.805,70 €</b> |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Subestación (con IVA)</b>   | <b>20.334,89 €</b> |

Tabla 3: Presupuesto del Centro de seccionamiento 20 kV Ventajud



## 4 PRESUPUESTO LAAT 66 KV

| <b>Código</b> | <b>Capítulo</b>  | <b>Importe</b>      |
|---------------|--|---------------------|
| 1             | Estudios e Ingenierías   | 50.000,00 €         |
| 2             | Obra Civil   | 9.522,00 €          |
| 2.1           | Limpieza del terreno mediante medios mecánicos                             | 3.151,78 €          |
| 2.2           | Carga y transporte de tierras procedente de excavación de apoyos           | 380,88 €            |
| 2.3           | Excavación de apoyos   | 380,88 €            |
| 2.4           | Hormigón HM20, incluyendo encofrado, desencofrado y retacado               | 3.427,92 €          |
| 2.5           | Cimentaciones  | 2.180,54 €          |
| 3             | Apoyos y Conductores   | 38.088,00 €         |
| 3.1           | Apoyos   | 19.496,38 €         |
| 3.2           | LA-280 DC  | 14.513,23 €         |
| 3.3           | LA-110 SC  | 2.902,65 €          |
| 3.4           | OPGW-48  | 1.175,75 €          |
| 4             | Montaje y Tendido  | 34.755,30 €         |
| 4.1           | Montaje, armado e izado de apoyos  | 10.131,37 €         |
| 4.2           | Suministro, tendido, regulado y fijación de conductor de fase              | 22.448,11 €         |
| 4.3           | Suministro, tendido, regulado y fijación de conductor de protección        | 2.175,82 €          |
| 5             | Puesta a Tierra  | 2.380,50 €          |
| 5.1           | Suministro y colocación de picas de acero cobreado                         | 44,50 €             |
| 5.2           | Fijación de conductor de acero desnudo para puesta a tierra en apoyos      | 1.779,81 €          |
| 5.3           | Suministro e instalación de grapas de puesta a tierra en apoyos            | 556,19 €            |
| 6             | Elementos Auxiliares   | 3.047,04 €          |
| 7             | Pruebas y Ensayos  | 952,20 €            |
| 8             | Varios   | 3.618,36 €          |
|               |  |                     |
|               | <b>Presupuesto de Ejecución Material de LAAT 66 kV</b>                     | <b>142.363,40 €</b> |
|               | <b>Gastos generales (8%)</b>   | <b>11.389,07 €</b>  |
|               | <b>Beneficio Industrial (6%)</b>   | <b>8.541,80 €</b>   |
|               | <b>IVA (21%)</b>   | <b>34.081,80 €</b>  |
|               |  |                     |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Línea de Evacuación<br/>66 kV (sin IVA)</b> | <b>162.294,28 €</b> |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Línea de Evacuación<br/>66 kV (con IVA)</b> | <b>196.376,08 €</b> |

Tabla 4: Presupuesto de la LAAT 20 kV Ventajud.



## 5 PRESUPUESTO LSMT 20 KV

| <b>Código</b> | <b>Capítulo</b>  | <b>Importe</b>        |
|---------------|--|-----------------------|
| 1             | Estudios e Ingenierías   | 68.639,39 €           |
| 2             | Obra Civil   | 255.477,04 €          |
| 2.1           | Limpieza del terreno mediante medios mecánicos                             | 41.732,75 €           |
| 2.2           | Carga y transporte de tierras procedente de excavación de zanjas           | 119.501,79 €          |
| 2.3           | Excavación de zanjas   | 94.242,50 €           |
| 3             | Montaje Canalización   | 268.449,26 €          |
| 3.1           | Montaje de canalizaciones y cruzamientos                                   | 216.969,72 €          |
| 3.2           | Montaje cable de tierra y sistema de puesta a tierra                       | 51.479,54 €           |
| 4             | Tendido  | 294.664,02 €          |
| 4.1           | Suministro, montaje del tendido eléctrico                                  | 166.245,84 €          |
| 4.2           | Suministro, montaje del tendido de FO                                      | 128.418,18 €          |
| 5             | Conexión a red   | 3.294,69 €            |
| 5.1           | Conexión de la línea con el punto de conexión                              | 2.196,46 €            |
| 5.2           | Conexión de las pantallas a tierra   | 1.098,22 €            |
| 6             | Elementos Auxiliares   | 4.879,63 €            |
| 7             | Pruebas y Ensayos  | 35.096,86 €           |
| 8             | Seguridad y Salud  | 146.430,68 €          |
| 9             | Desmantelamiento y Restitución del terreno                                 | 58.494,77 €           |
| 10            | Gestión de Residuos  | 11.875,90 €           |
|               |  |                       |
|               | <b>Presupuesto de Ejecución Material LSMT 20 KV</b>                        | <b>1.147.302,23 €</b> |
|               | <b>Gastos generales (8%)</b>   | <b>91.784,18 €</b>    |
|               | <b>Beneficio Industrial (6%)</b>   | <b>68.838,13 €</b>    |
|               | <b>IVA (21%)</b>   | <b>274.664,15 €</b>   |
|               |  |                       |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Línea de Evacuación<br/>20 kV (sin IVA)</b> | <b>1.307.924,54 €</b> |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Línea de Evacuación<br/>20 kV (con IVA)</b> | <b>1.582.588,70 €</b> |

**Tabla 5: Total Presupuesto de la LSMT 20 kV Ventajud.**



## 6 PRESUPUESTO TORRE DE MEDICIÓN

| <b>Código</b> | <b>Capítulo</b>   | <b>Importe</b>      |
|---------------|---|---------------------|
| 1             | Estudios e ingenierías  | 18.000,00 €         |
| 2             | Suministro de Equipos   | 8.025,00 €          |
| 2.1           | Anemómetro, termómetro y varios                               | 2.000,00 €          |
| 2.2           | Veleta  | 1.525,00 €          |
| 2.3           | Datalogger  | 4.500,00 €          |
| 3             | Obra civil e Instalación Mecánica                             | 214.000,00 €        |
| 3.1           | Plataformas y viales acceso                                   | 55.000,00 €         |
| 3.2           | Cimentación   | 20.000,00 €         |
| 3.3           | Estructura de la torre  | 63.000,00 €         |
| 3.4           | Excavación y montaje de canalización                          | 76.000,00 €         |
| 4             | Instalación Eléctrica   | 16.700,00 €         |
| 4.1           | Suministro, tendido y conexionado Cableado de Baja Tensión    | 15.500,00 €         |
| 4.2           | Sistema Puesta a Tierra                                       | 1.200,00 €          |
|               |   |                     |
|               | <b>Total Presupuesto de Ejecución Material Torre medición</b> | <b>256.725,00 €</b> |
|               | <b>Gastos generales (8%)</b>                                  | <b>20.538,00 €</b>  |
|               | <b>Beneficio Industrial (6%)</b>                              | <b>15.403,50 €</b>  |
|               | <b>IVA (21%)</b>  | <b>61.459,97 €</b>  |
|               |   |                     |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Torre Medición (sin IVA)</b>   | <b>292.666,50 €</b> |
|               | <b>TOTAL Presupuesto Ejecución Torre Medición (con IVA)</b>   | <b>354.126,47 €</b> |

*Tabla 6: Total Presupuesto de la Torre de medición*



## 7 PRESUPUESTO TOTAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE EVACUACIÓN

El presupuesto total de ejecución del proyecto de las infraestructuras de evacuación que aplica al T.M de Monreal, en Navarra, se presenta en la tabla a continuación:

| PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN DEL PROYECTO<br>MONREAL, NAVARRA, ESPAÑA                  |                       |
|---|-----------------------|
| <b>Presupuesto Subestación Elevadora 66/20 kV</b>                                     | (€)                   |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 1.455.803,34 €        |
| Gastos generales (8%)   | 116.464,27 €          |
| Beneficio Industrial (6%)   | 87.348,20 €           |
| IVA (21%)   | 348.519,32 €          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA SE (SIN IVA)</b>                                 | <b>1.659.615,81 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA SE (CON IVA)</b>                                 | <b>2.008.135,13 €</b> |
| <b>Presupuesto Subestación 66 kV Maniobra</b>   | (€)                   |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 1.202.503,34 €        |
| Gastos generales (8%)   | 96.200,27 €           |
| Beneficio Industrial (6%)   | 72.150,20 €           |
| IVA (21%)   | 287.879,30 €          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA SE MANIOBRA (SIN IVA)</b>                        | <b>1.370.853,81 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA SE MANIOBRA (CON IVA)</b>                        | <b>1.658.733,11 €</b> |
| <b>Presupuesto Torre de medición</b>  | (€)                   |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 256.725,00 €          |
| Gastos generales (8%)   | 20.538,00 €           |
| Beneficio Industrial (6%)   | 15.403,50 €           |
| IVA (21%)   | 61.459,97 €           |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA TM (SIN IVA)</b>                                 | <b>292.666,50 €</b>   |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA TM (CON IVA)</b>                                 | <b>354.126,47 €</b>   |
| <b>Presupuesto Centro Seccionamiento</b>  | (€)                   |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 14.741,84 €           |
| Gastos generales (8%)   | 1.179,35 €            |
| Beneficio Industrial (6%)   | 884,51 €              |
| IVA (21%)   | 3.529,20 €            |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL CS (SIN IVA)</b>                                   | <b>16.805,70 €</b>    |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL CS (CON IVA)</b>                                   | <b>20.334,89 €</b>    |
| <b>Presupuesto LAAT 66 kV Ventajud</b>  | (€)                   |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 142.363,40 €          |
| Gastos generales (8%)   | 11.389,07 €           |
| Beneficio Industrial (6%)   | 8.541,80 €            |
| IVA (21%)   | 34.081,80 €           |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 66 KV (SIN IVA)</b>       | <b>162.294,28 €</b>   |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 66 KV (CON IVA)</b>       | <b>196.376,08 €</b>   |
| <b>Presupuesto LSMT 20 kV Ventajud</b>  | (€)                   |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 1.147.302,23 €        |
| Gastos generales (8%)   | 91.784,18 €           |
| Beneficio Industrial (6%)   | 68.838,13 €           |
| IVA (21%)   | 274.664,15 €          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 20 KV (SIN IVA)</b> | <b>1.307.924,54 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 20 KV (CON IVA)</b> | <b>1.582.588,70 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL PROYECTO (SIN IVA)</b>                             | <b>4.810.160,63 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL PROYECTO (CON IVA)</b>                             | <b>5.820.294,36 €</b> |

Tabla 7: Total Presupuesto del Proyecto.



## 8 PRESUPUESTO POR MUNICIPIOS

El municipio afectado por la línea de evacuación sería Monreal, ubicado en la Provincia de Navarra. A continuación, se detalla que afectaría al municipio de Moneal:

Monreal

- Subestación Elevadora 66/20 kV Ventajud.
- Centro de Seccionamiento.
- Torre de medición.
- Un total de 0,25 km de línea subterránea de baja tensión para alimentar la torre de medición.
- Un total de 0,44 km de la línea aérea de evacuación 66 kV en simple circuito.
- Un total de 0,12 km de la línea aérea de evacuación 66 kV en doble circuito.
- Un total de 3,66 km de la línea subterránea de evacuación 20 kV.

En base a lo anterior el presupuesto total por municipio sería el siguiente:



| <b>PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN DEL PROYECTO<br/>MONREAL, NAVARRA, ESPAÑA</b>          |                       |
|---|-----------------------|
| <b>Presupuesto Subestación Elevadora 66/20 kV</b>                                     | <b>(€)</b>            |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 1.455.803,34 €        |
| Gastos generales (8%)   | 116.464,27 €          |
| Beneficio Industrial (6%)   | 87.348,20 €           |
| IVA (21%)   | 348.519,32 €          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA SE (SIN IVA)</b>                                 | <b>1.659.615,81 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA SE (CON IVA)</b>                                 | <b>2.008.135,13 €</b> |
| <b>Presupuesto Subestación 66 kV Maniobra</b>   | <b>(€)</b>            |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 1.202.503,34 €        |
| Gastos generales (8%)   | 96.200,27 €           |
| Beneficio Industrial (6%)   | 72.150,20 €           |
| IVA (21%)   | 287.879,30 €          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA SE MANIOBRA (SIN IVA)</b>                        | <b>1.370.853,81 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA SE MANIOBRA (CON IVA)</b>                        | <b>1.658.733,11 €</b> |
| <b>Presupuesto Torre de medición</b>  | <b>(€)</b>            |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 256.725,00 €          |
| Gastos generales (8%)   | 20.538,00 €           |
| Beneficio Industrial (6%)   | 15.403,50 €           |
| IVA (21%)   | 61.459,97 €           |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA TM (SIN IVA)</b>                                 | <b>292.666,50 €</b>   |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LA TM (CON IVA)</b>                                 | <b>354.126,47 €</b>   |
| <b>Presupuesto Centro Seccionamiento</b>  | <b>(€)</b>            |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 14.741,84 €           |
| Gastos generales (8%)   | 1.179,35 €            |
| Beneficio Industrial (6%)   | 884,51 €              |
| IVA (21%)   | 3.529,20 €            |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL CS (SIN IVA)</b>                                   | <b>16.805,70 €</b>    |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL CS (CON IVA)</b>                                   | <b>20.334,89 €</b>    |
| <b>Presupuesto LAAT 66 kV Ventajud</b>  | <b>(€)</b>            |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 142.363,40 €          |
| Gastos generales (8%)   | 11.389,07 €           |
| Beneficio Industrial (6%)   | 8.541,80 €            |
| IVA (21%)   | 34.081,80 €           |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 66 KV (SIN IVA)</b>       | <b>162.294,28 €</b>   |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 66 KV (CON IVA)</b>       | <b>196.376,08 €</b>   |
| <b>Presupuesto LSMT 20 kV Ventajud</b>  | <b>(€)</b>            |
| Presupuesto de Ejecución Material   | 1.147.302,23 €        |
| Gastos generales (8%)   | 91.784,18 €           |
| Beneficio Industrial (6%)   | 68.838,13 €           |
| IVA (21%)   | 274.664,15 €          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 20 KV (SIN IVA)</b> | <b>1.307.924,54 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 20 KV (CON IVA)</b> | <b>1.582.588,70 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL PROYECTO (SIN IVA)</b>                             | <b>4.810.160,63 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL PROYECTO (CON IVA)</b>                             | <b>5.820.294,36 €</b> |

**Tabla 8: Presupuesto del Proyecto en Monreal.**



Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra  
Ventajud 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV  
Monreal (Navarra)



## DOCUMENTO 3: PLANOS





## **1. PLANOS CENTRO DE SECCIONAMIENTO**

1.1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

1.2 IMPLANTACIÓN

## **2. PLANOS SET ELEVADORA 66/20 KV VENTAJUD**

2.1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

2.2 IMPLANTACIÓN

2.6 AFECCIONES

## **3. PLANOS LASAT 66 KV VENTAJUD**

3.1 SITUACIÓN

3.2 TRAZADO

3.3 AFECCIONES

3.4 TORRE DE MEDICIÓN

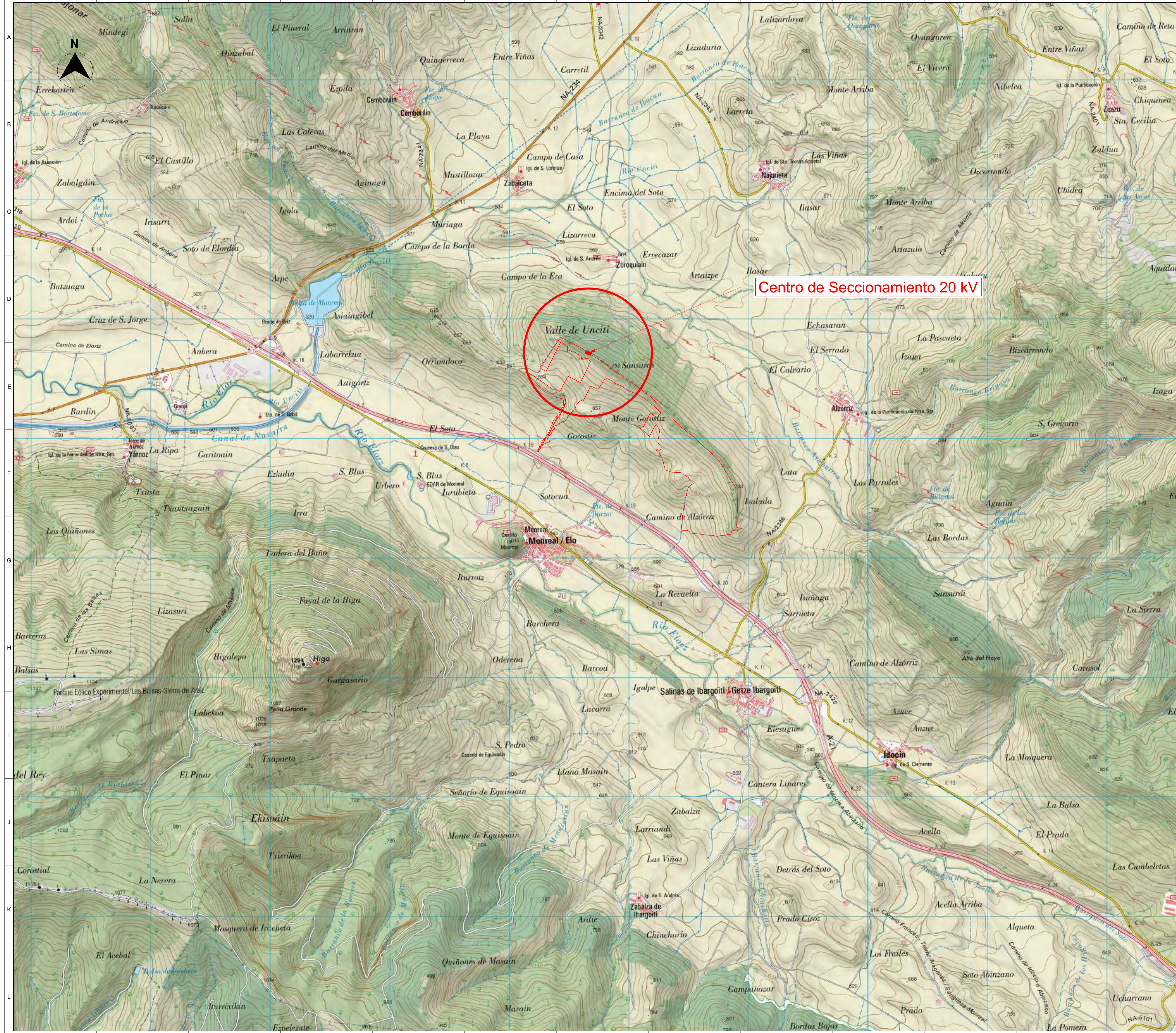
3.5 DETALLE ZANJA

## **4. PLANOS SET MANIOBRA 66 KV VENTAJUD**

4.1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

4.2 IMPLANTACIÓN

4.6 AFECCIONES



Centro de Seccionamiento 20 kV



LOCALIZACIÓN:



|   |            |                 |  |          |                                       |          |
|---|------------|-----------------|--|----------|---------------------------------------|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM                                    | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado                              | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:  |          |                                       |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Manobra Verique 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV   |            |                 | Título de Substituto: Centro seccionamiento 20 kV<br>Situación |          |                                       |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: 1/15.000   |          | Plano nº: 2.1                         |          |
|   |            |                 | Tamaño: A1   |          | Hojas: 2<br>Número de proyecto: 13476 |          |



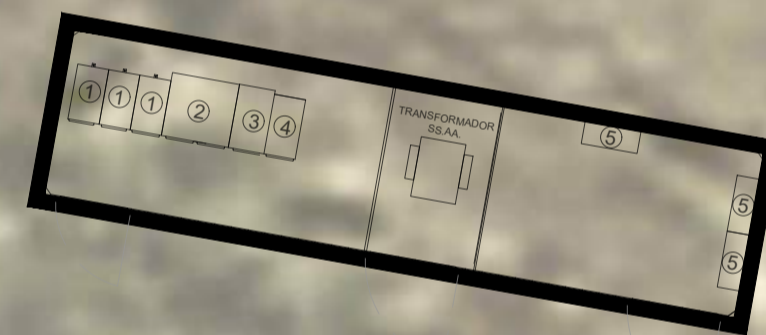
LEYENDA:

-  PARCELA
-  CENTRO DE SECCIONAMIENTO PREFABRICADO

INFORMACIÓN GENERAL:


Centro de seccionamiento 20 kV, situado en el término municipal de Monreal.

Referencia Catastral: 31000000001293091BH  
Coordenadas UTM del centro de seccionamiento prefabricado  
**Zona: 30 T**  
**X: 622671.22 m E**  
**Y: 4730436.93 m N**

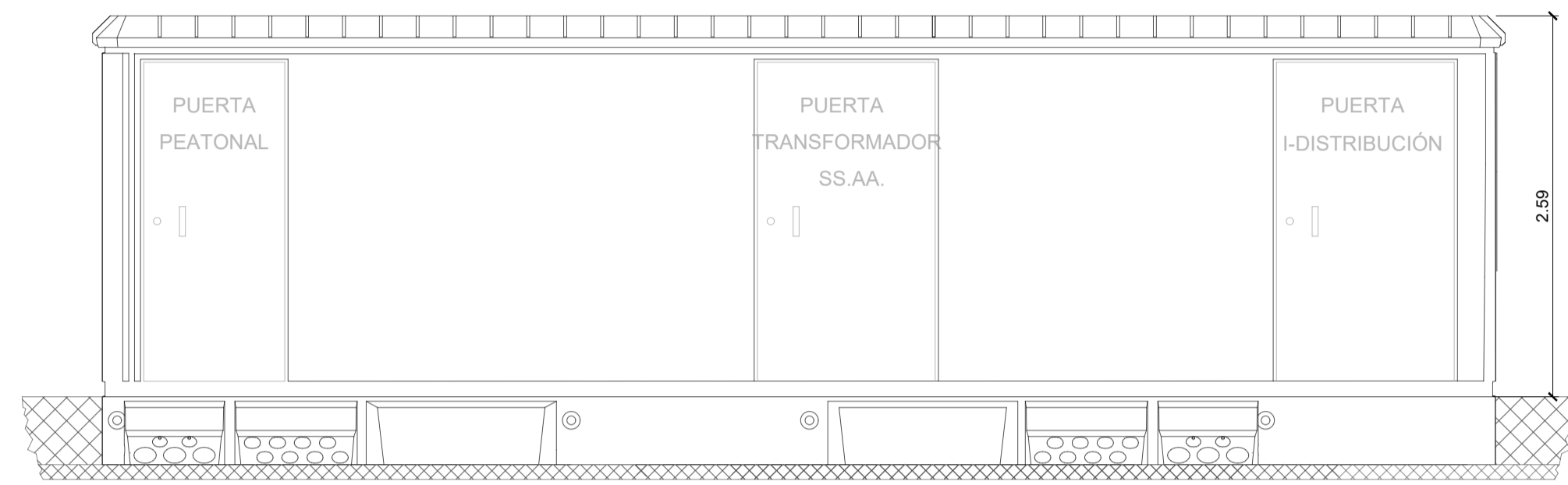


LOCALIZACIÓN:

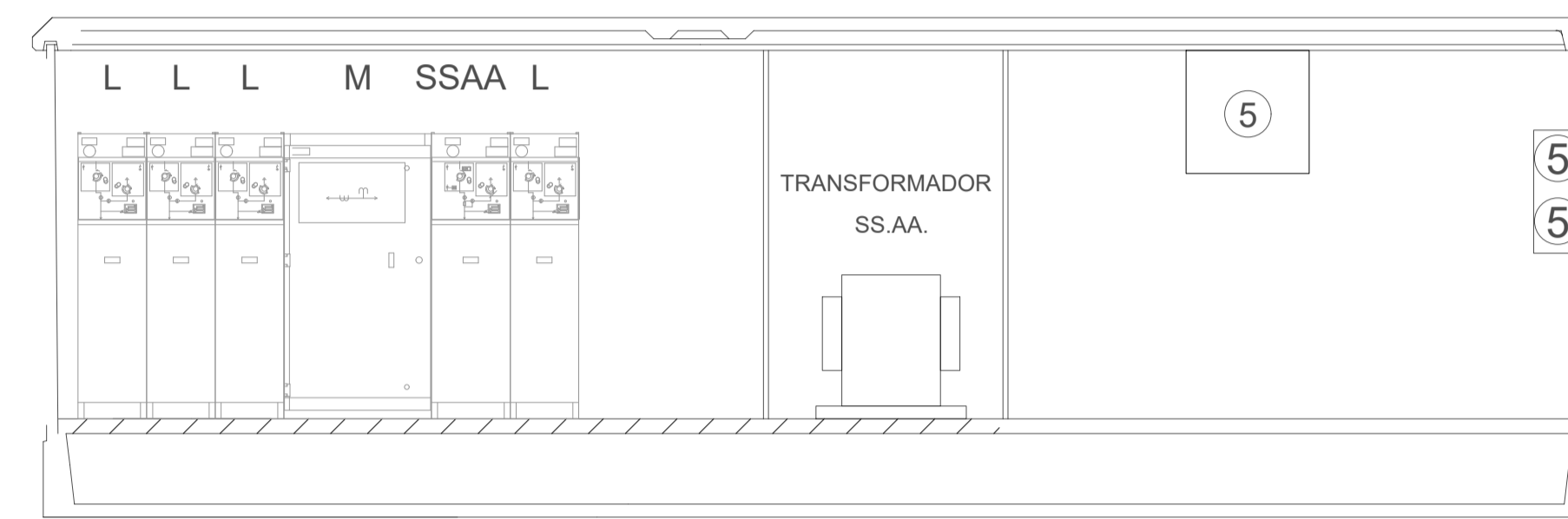


| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado   | Aprobado |
|---|------------|-----------------|--|----------|--|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM   | AMH      |
| Cliente:<br>ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.  |            |                 | Ingeniería:<br> |          |  |          |
| Proyecto:<br>Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Manobra Verisqut 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV   |            |                 | Título y Subtítulo:<br>Centro de Seccionamiento 20 kV<br>Emplazamiento                               |          |  |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala:<br>1/100   |          | Plano nº:<br>1.1   |          |
|   |            |                 | Tamaño:<br>A1  |          | Hojas:<br>2<br>Hoja nº:<br>2<br>Número de proyecto:<br>13476 |          |

VISTA FRONTAL



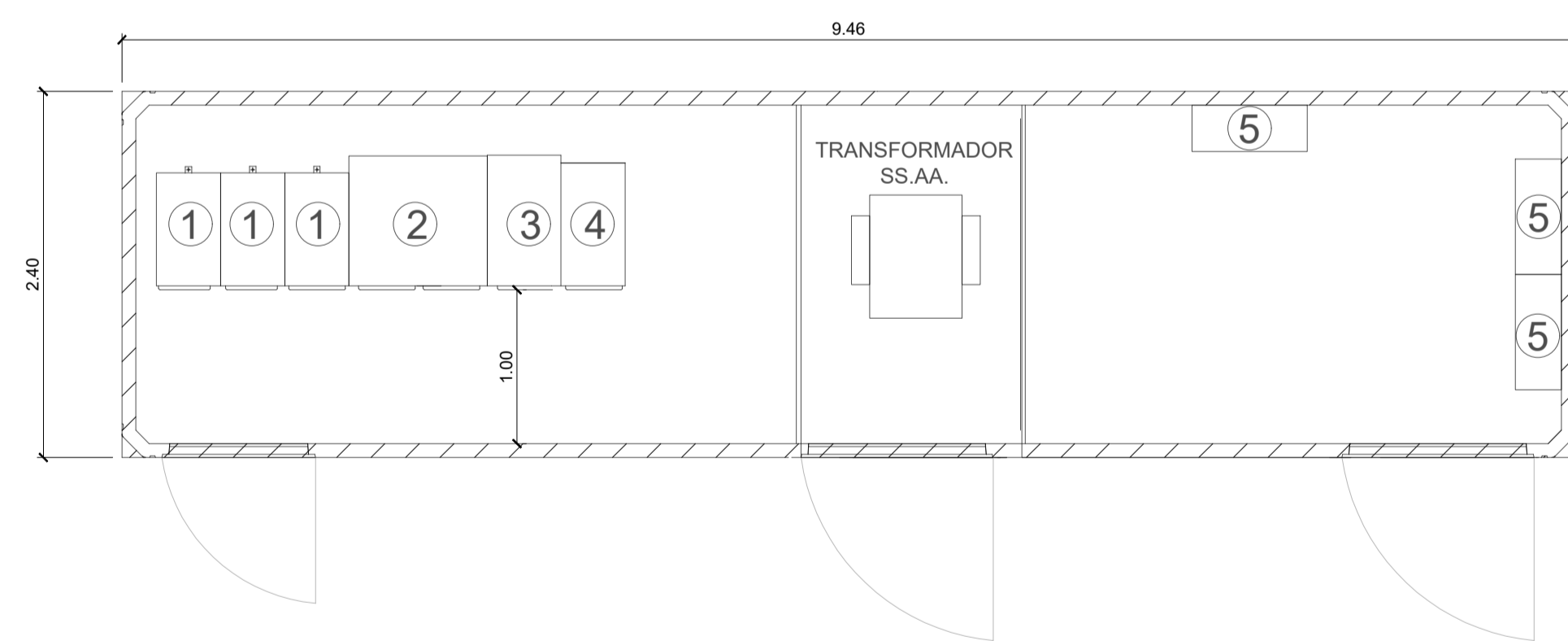
SECCIÓN



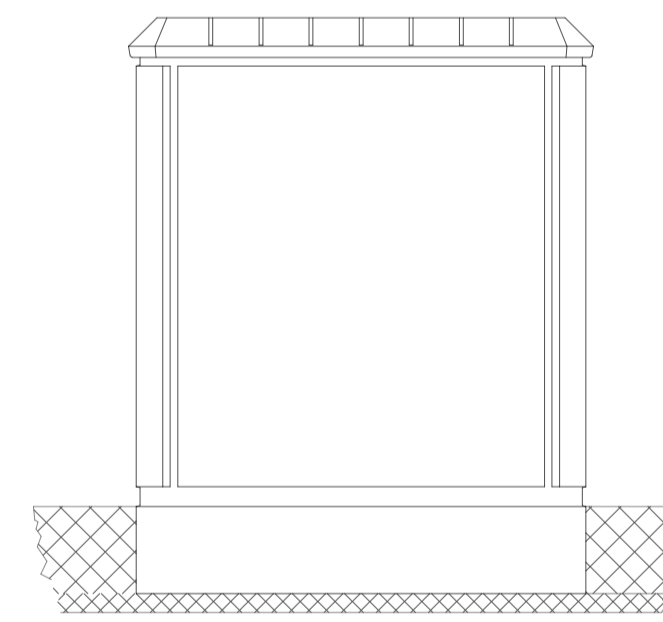
LEYENDA:

- ① CELDA DE ENTRADA DE LÍNEA
- ② CELDA DE MEDIDA
- ③ CELDA DE SSAA
- ④ CELDA DE SALIDA DE LÍNEA
- ⑤ CUADROS DE MEDIDA 20 kV

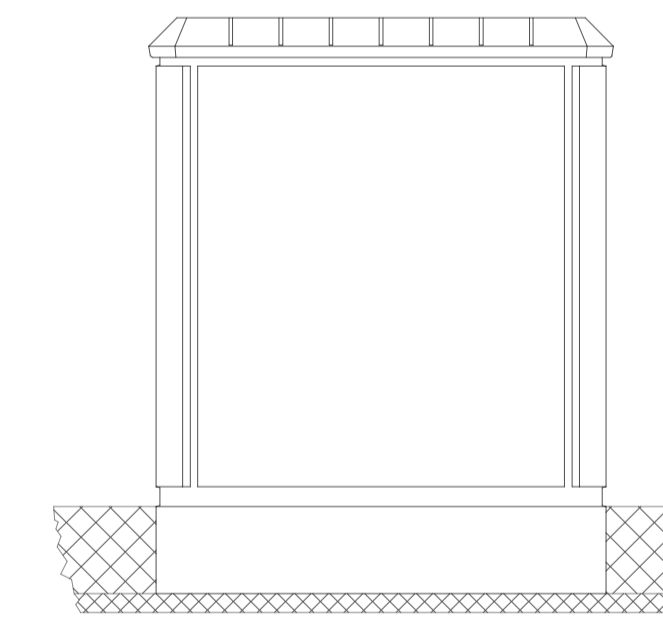
PLANTA GENRAL



VISTA LATERAL  
IZQUIERDA



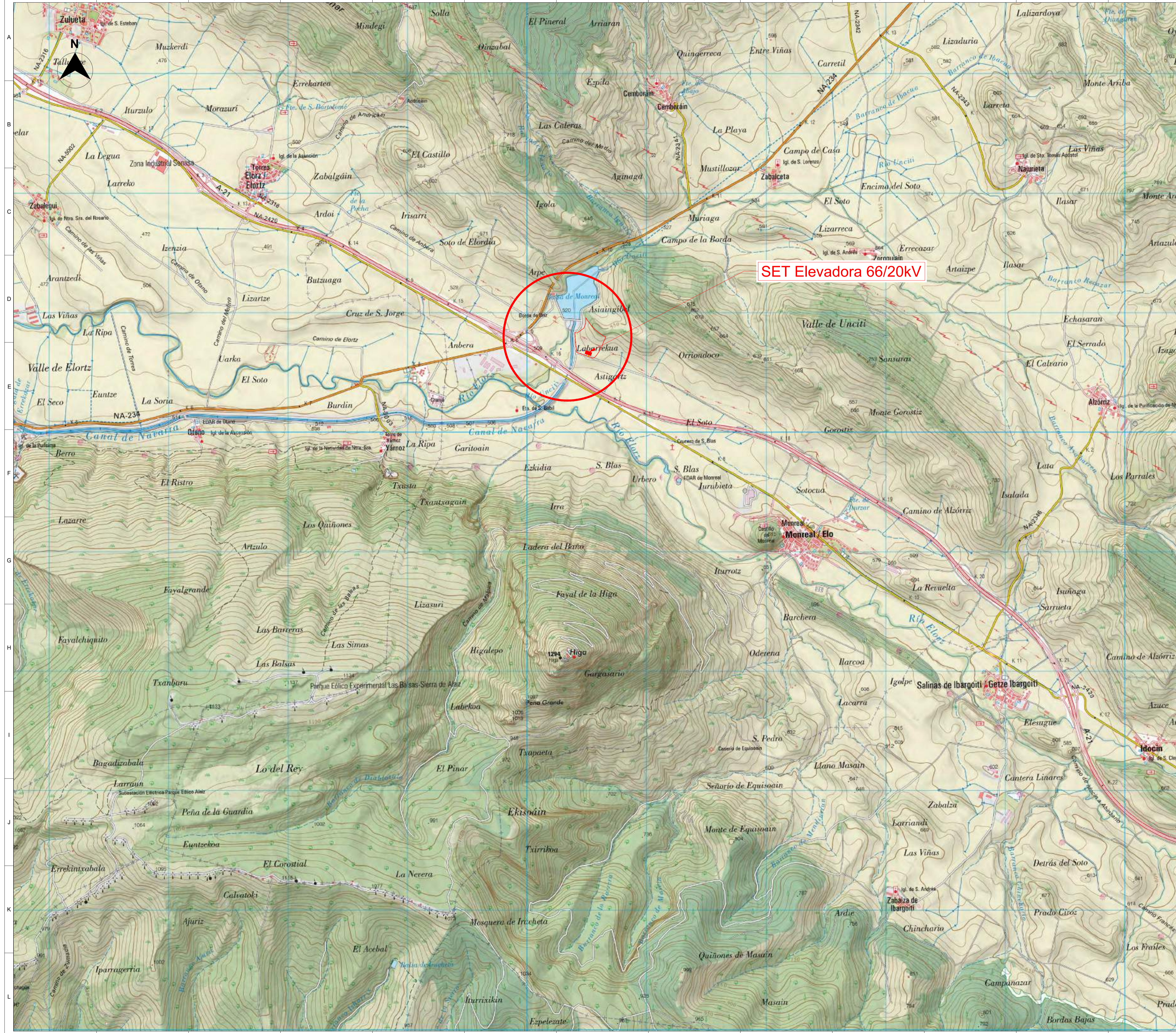
VISTA LATERAL  
DERECHA



LOCALIZACIÓN:



| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM  | AMH      |
|---|------------|-----------------|--|----------|---|----------|
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado  | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:                                    |          |   |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Manobra Ventajug 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV  |            |                 | Centro de Seccionamiento 20 kV<br>Implantación |          |   |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: 1:40<br>Tamaño: A1                     |          | Plano nº: 1.2<br>Hojas: 1 Hoja nº: 1<br>Número de proyecto: 13476 |          |



SET Elevadora 66/20kV

LOCALIZACIÓN:



|   |            |                  |   |          |            |          |
|---|------------|------------------|---|----------|------------|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición  | ATA   | RF       | JM         | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción      | Emitido   | Dibujado | Revisado   | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                  | Ingeniería:   |          |            |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Manobra Ventajoso 66 kV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 kV  |            |                  | Título de Substitución: SET Elevadora 66/20 kV Ventajud Situación |          |            |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            | Escala: 1/15.000 | Plano nº: 2.1   |          | Hoja nº: 1 |          |
|   |            | Tamaño: A1       | Número de proyecto: 13476   |          |            |          |



**LEYENDA:**

|  |                        |
|--|------------------------|
|  | PARCELA                |
|  | LÍNEA AÉREA 66 kV      |
|  | APOYOS                 |
|  | SET ELEVADORA 66/20 kV |
|  | CAMINO DE ACCESO       |

**INFORMACIÓN GENERAL:**

**SET Elevadora 66/20 kV**, situada en el término municipal de Monreal.

Referencia Catastral: **31000000001292791BH**  
 Coordenadas UTM de la Subestación 66/20 kV:

**Zona: 30 T**  
**X: 620514.56 m E**  
**Y: 4730659.85 m N**

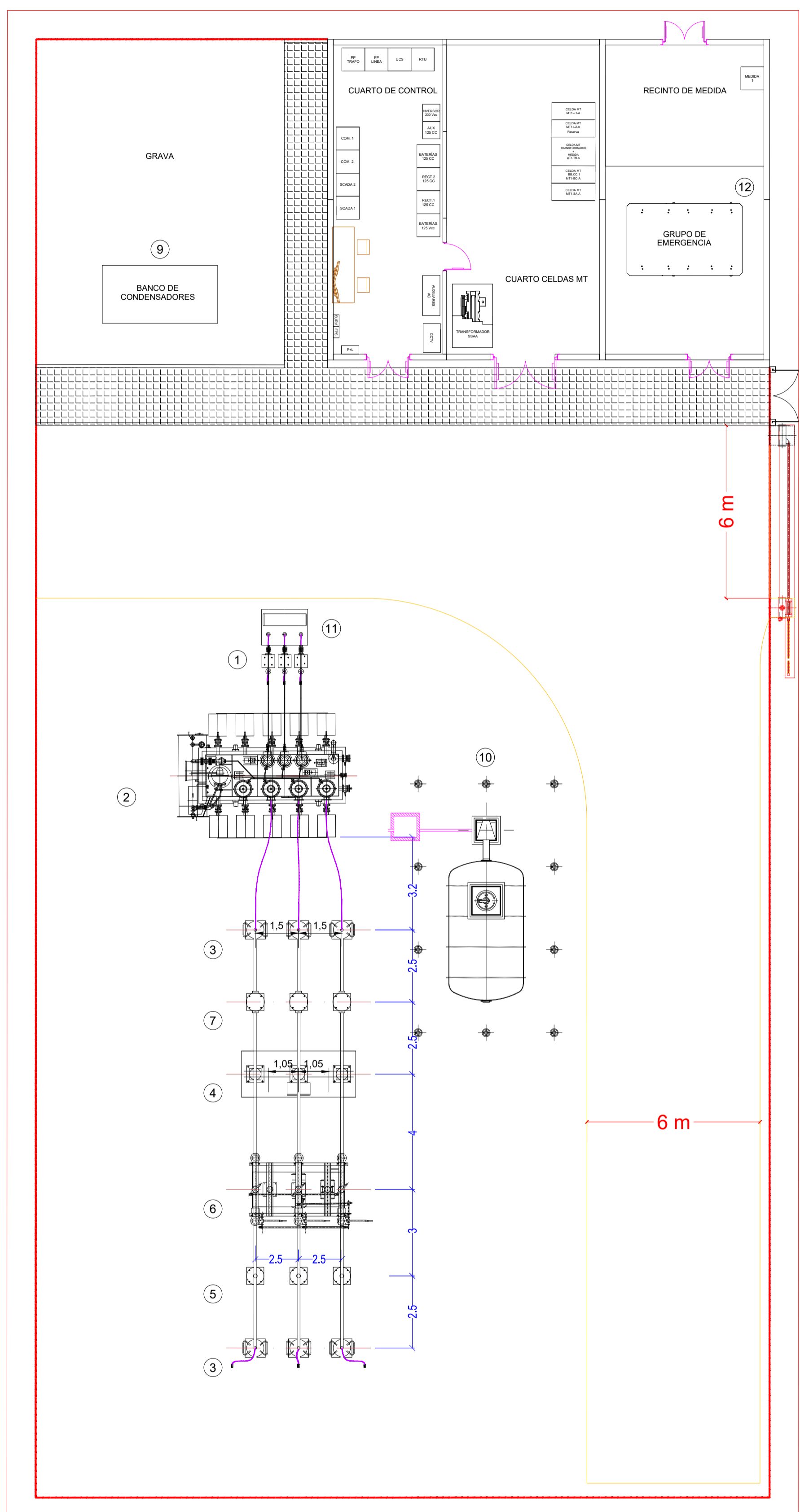
| PUNTO | UTM 30 T (X) | UTM 30 T (Y) |
|-------|--------------|--------------|
| P-1   | 620494.94    | 4730680.26   |
| P-2   | 620486.49    | 4730656.26   |
| P-3   | 620534.19    | 4730639.46   |
| P-4   | 620542.63    | 4730663.43   |

**SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/20 kV**

**LOCALIZACIÓN:**



|   |            |                 |  |          |   |          |
|---|------------|-----------------|--|----------|---|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM  | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado  | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:  |          |   |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra Ventajud 66 kV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 kV  |            |                 | Título y Subtítulo: SET Elevadora 66/20 kV Ventajud<br>Emplazamiento |          |   |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: 1/750<br>Tamaño: A1  |          | Plano nº: 2.1<br>Hojas: 2 Hoja nº: 2<br>Número de proyecto: 13476 |          |



Leyenda

- ① Autoválvulas 20KV
- ② Transformador de potencia 66 / 20 KV
- ③ Autoválvulas 66 KV
- ④ Interruptor protección 66 KV
- ⑤ Transformador tensión 66 KV
- ⑥ Seccionador PAT 66 KV
- ⑦ Transformador intensidad 66 KV
- ⑧ Paso aéreo subterráneo
- ⑨ Bancos de condensadores (si aplica)
- ⑩ Depósito de recogida de aceite
- ⑪ Reactancia PAT 20 KV
- ⑫ Generador diesel

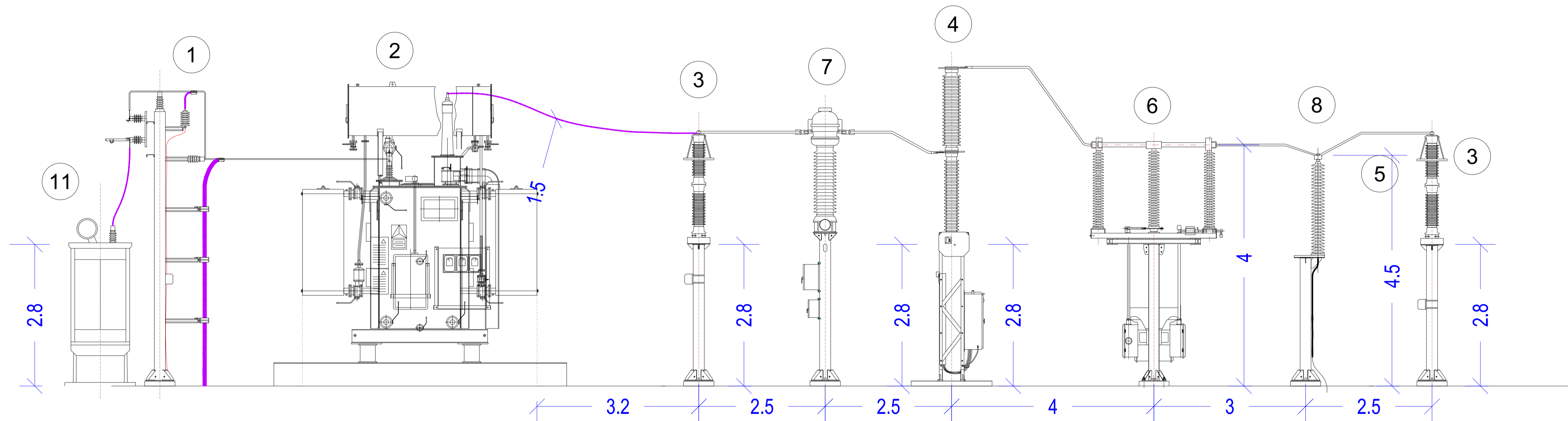
NOTAS

1) LAS COTAS QUEDAN PRESENTADAS EN METROS

LOCALIZACIÓN:



|   |            |                 |  |          |  |          |
|---|------------|-----------------|--|----------|--|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM   | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado   | Aprobado |
| Ciente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.  |            |                 | Ingeniería:  |          |  |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 KV, SET Elevadora 66/20 KV, LAAT 66 KV, SET de Maniobra Ventajud 66 KV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 KV  |            |                 | Título e Implantación: SET Elevadora 66/20 KV Ventajud |          |  |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: S/E  |          | Plano nº: 2.2                                    |          |
|   |            |                 | Tamaño: A1   |          | Hojas: 2 Hoja nº: 1<br>Número de proyecto: 13476 |          |



VISTA LATERAL

Leyenda

- ① Autoválvulas 20KV
- ② Transformador de potencia 66 / 20 KV
- ③ Autoválvulas 66 KV
- ④ Interruptor protección 66 KV
- ⑤ Transformador tensión 66 KV
- ⑥ Seccionador PAT 66 KV
- ⑦ Transformador intensidad 66 KV
- ⑧ Paso aéreo subterráneo
- ⑨ Bancos de condensadores (si aplica)
- ⑩ Depósito de recogida de aceite
- ⑪ Reactancia PAT 20 KV
- ⑫ Generador diesel

NOTAS

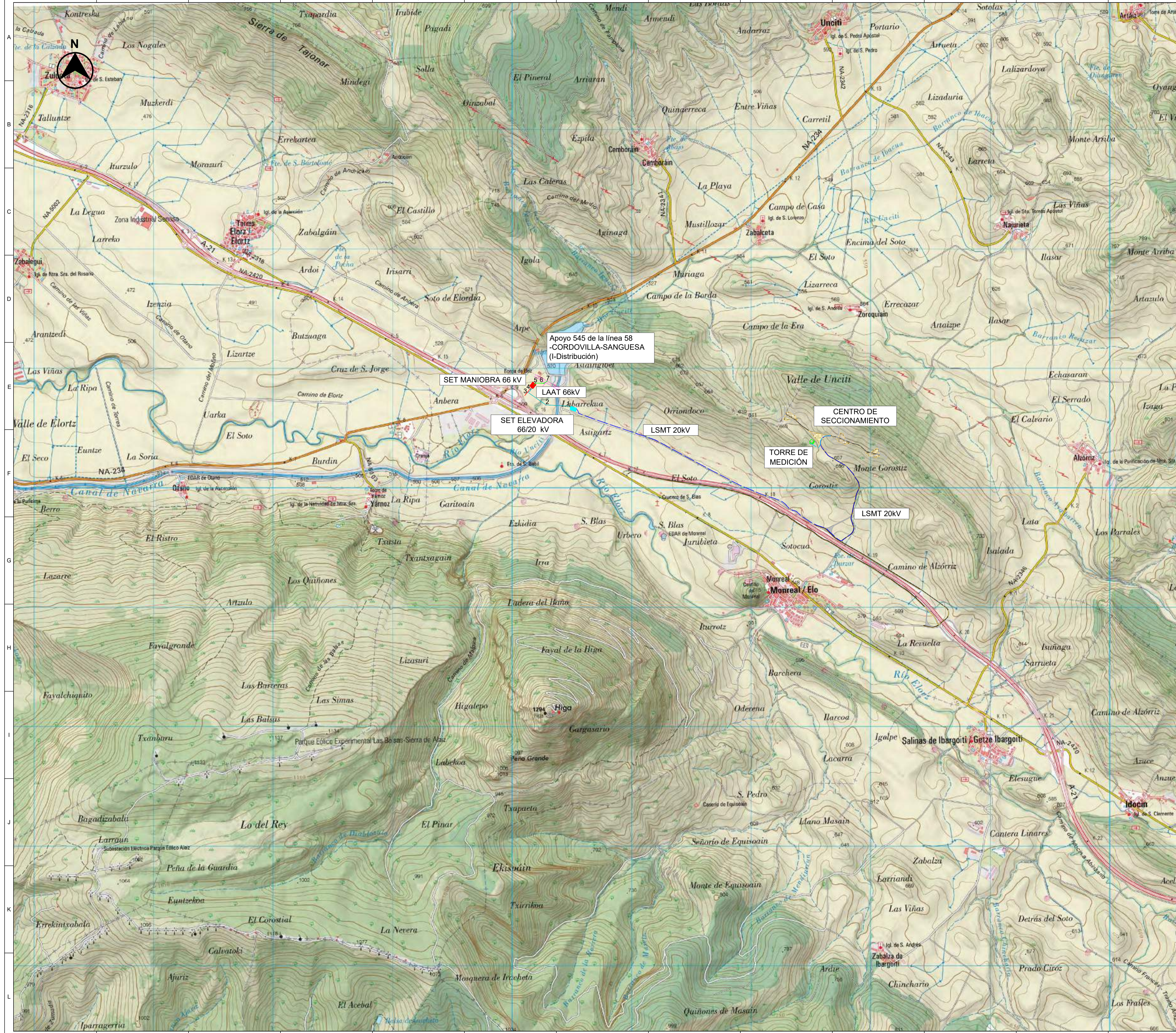
1) LAS COTAS QUEDAN PRESENTADAS EN METROS

LOCALIZACIÓN:



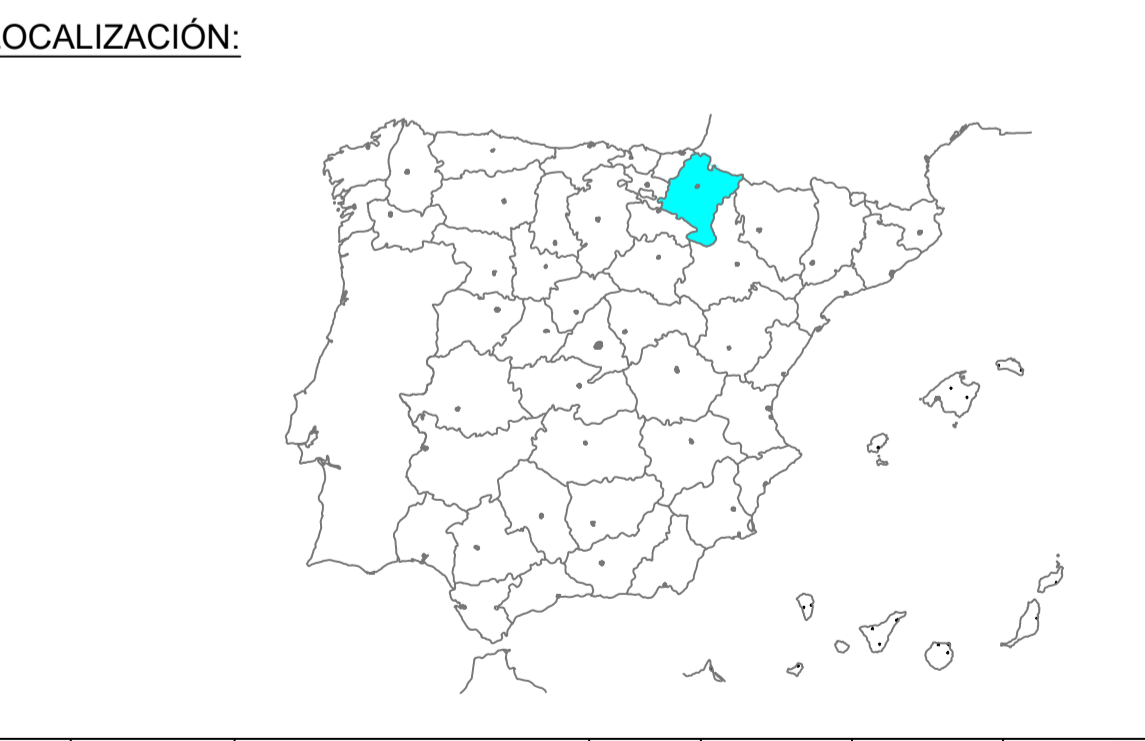
|   |            |                 |   |  |          |          |
|---|------------|-----------------|---|--|----------|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA   | RF   | JM       | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido   | Dibujado   | Revisado | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:   |  |          |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 KV, SET Elevadora 66/20 KV, LAAT 66 KV, SET de Maniobra Ventajud 66 KV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 KV  |            |                 | Título y Subtítulo: SET Elevadora 66/20 KV Ventajud<br>Sección planta |  |          |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: S/E<br>Tamaño: A1   | Plano nº: 2.2<br>Hojas: 2<br>Número de proyecto: 13476 |          |          |





- LEYENDA:
- LÍNEA AÉREA 66 kV DC (A ceder)
  - LÍNEA AÉREA 66 kV (Otro promotor)
  - LÍNEA AÉREA 66 kV
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV
  - LÍNEA AÉREA AT EXISTENTE
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA BT 0,4 kV
  - TORRE DE MEDICIÓN
  - APOYOS
  - CS CENTRO DE SECCIONAMIENTO
  - SET MANIOBRA 66 kV (a ceder)
  - SET ELEVADORA 66/20 kV

**Nota (conexión a red)**  
 - De acuerdo a las condiciones dadas por la compañía distribuidora de la zona para la conexión de los parques eólicos, será necesaria la cesión de las instalaciones de la SET Maniobra 66 kV y la LAAT 66 kV DC.  
 - El punto de conexión en la línea 58 - Cordovilla-Sanguesa de 66 kV, en el tramo comprendido entre los apoyos número 545 y 546.



|   |            |                  |  |            |                           |          |
|---|------------|------------------|--|------------|---------------------------|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición  | ATA  | RF         | JM                        | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción      | Emitido  | Dibujado   | Revisado                  | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                  | Ingeniería:  |            |                           |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra 66 kV, Torre de Medicin y Centro de Seccionamiento 20 kV   |            |                  | Título de Substitución: <b>LASAT 66 kV y Subestación 66/20 kV</b><br>Situación |            |                           |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            | Escala: 1/15.000 | Plano nº: 3.1  |            |                           |          |
|   |            | Tamaño: A1       | Hojas: 1   | Hoja nº: 1 | Número de proyecto: 13476 |          |



- LEYENDA:
- LÍNEA AÉREA 66 kV DC (A ceder)\*
  - LÍNEA AÉREA 66 kV (Otro promotor)
  - LÍNEA AÉREA 66 kV
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV
  - LÍNEA AÉREA AT EXISTENTE
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA BT 0,4 kV
  - TORRE DE MEDICIÓN
  - APOYOS
  - VUELO LAAT 66kV DC (A ceder)\*
  - VUELO LAAT 66kV
  - ANCHO MÁXIMO DE VUELO
  - CS CENTRO DE SECCIONAMIENTO
  - SET MANIOBRA 66 kV
  - SET ELEVADORA 66/20 kV

**Nota (conexión a red)**  
 - De acuerdo a las condiciones dadas por la compañía distribuidora de la zona para la conexión de los parques eólicos, será necesaria la cesión de las instalaciones de la SET Maniobra 66 kV y la LAAT 66 kV DC.  
 - El punto de conexión en el apoyo 545 de la línea 58 - Cordovilla-Sanguesa de 66 kV, en el tramo comprendido entre los apoyos número 545 y 546 (representado como apoyo nº7).

| nº       | UTM 29 (X) | UTM 29 (Y) |
|----------|------------|------------|
| Apoyo 01 | 620470.49  | 4730682.76 |
| Apoyo 02 | 620283.93  | 4730693.63 |
| Apoyo 03 | 620136.30  | 4730798.14 |
| Apoyo 04 | 620156.12  | 4730821.92 |
| Apoyo 05 | 620199.14  | 4730874.97 |
| Apoyo 06 | 620267.75  | 4730873.93 |
| Apoyo 07 | 620295.52  | 4730892.15 |

| nº     | UTM 29 (X) | UTM 29 (Y) |
|--------|------------|------------|
| C.S 01 | 622671.22  | 4730436.93 |

LOCALIZACIÓN:



|   |            |                 |  |          |   |          |
|---|------------|-----------------|--|----------|---|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM  | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado  | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:  |          |   |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra Veraguá 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV  |            |                 | Título y Subtítulo: LAAT 66 kV, LSMT 20 kV y Subestación 66/20 kV<br>Trazado |          |   |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: 1/6.000  |          | Plano nº: 3.2                                       |          |
|   |            |                 | Tamaño: A1   |          | Hojas: 3<br>Hoja nº: 1<br>Número de proyecto: 13476 |          |



- LEYENDA:
- LÍNEA AÉREA 66 kV DC (A ceder)\*
  - LÍNEA AÉREA 66 kV (Otro promotor)
  - LÍNEA AÉREA 66 kV
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV
  - LÍNEA AÉREA AT EXISTENTE
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA BT 0,4 kV
  - TORRE DE MEDICIÓN
  - APOYOS
  - VUELO LAAT 66kV DC (A ceder)\*
  - VUELO LAAT 66kV
  - - - ANCHO MÁXIMO DE VUELO
  - CS CENTRO DE SECCIONAMIENTO
  - SET SET MANIOBRA 66 kV
  - SET SET ELEVADORA 66/20 kV

**Nota (conexión a red)**

- De acuerdo a las condiciones dadas por la compañía distribuidora de la zona para la conexión de los parques eólicos, será necesaria la cesión de las instalaciones de la SET Maniobra 66 kV y la LAAT 66 kV DC.
- El punto de conexión en el apoyo 545 de la línea 58 - Cordovilla-Sanguesa de 66 kV, en el tramo comprendido entre los apoyos número 545 y 546 (representado como apoyo nº7).

| nº     | UTM 29 (X) | UTM 29 (Y) |
|--------|------------|------------|
| C.S 01 | 622671.22  | 4730436.93 |



LOCALIZACIÓN:



|   |            |                 |  |          |   |          |
|---|------------|-----------------|--|----------|---|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM  | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado  | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:  |          |   |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra Veraguá 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV  |            |                 | Título y Subtítulo: LAAT 66 kV, LSMT 20 kV y Subestación 66/20 kV<br>Trazado |          |   |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: 1/3.000  |          | Plano nº: 3.2                                       |          |
|   |            |                 | Tamaño: A1   |          | Hojas: 3<br>Hoja nº: 2<br>Número de proyecto: 13476 |          |



- LEYENDA:**
- LÍNEA AÉREA 66 kV DC (A ceder)\*
  - LÍNEA AÉREA 66 kV (Otro promotor)
  - LÍNEA AÉREA 66 kV
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV
  - LÍNEA AÉREA AT EXISTENTE
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA BT 0.4 kV
  - TORRE DE MEDICIÓN
  - APOYOS
  - VUELO LAAT 66kV DC (A ceder)\*
  - VUELO LAAT 66kV
  - - - ANCHO MÁXIMO DE VUELO
  - CS CENTRO DE SECCIONAMIENTO
  - SET MANIOBRA 66 kV
  - SET ELEVADORA 66/20 kV

**Nota (conexión a red)**  
 - De acuerdo a las condiciones dadas por la compañía distribuidora de la zona para la conexión de los parques eólicos, será necesaria la cesión de las instalaciones de la SET Maniobra 66 kV y la LAAT 66 kV DC.  
 - El punto de conexión en el apoyo 545 de la línea 58 - Cordovilla-Sanguesa de 66 kV, en el tramo comprendido entre los apoyos número 545 y 546 (representado como apoyo nº7).

| nº       | UTM 29 (X) | UTM 29 (Y) |
|----------|------------|------------|
| Apoyo 01 | 620470.49  | 4730682.76 |
| Apoyo 02 | 620283.93  | 4730693.63 |
| Apoyo 03 | 620136.30  | 4730798.14 |
| Apoyo 04 | 620156.12  | 4730821.92 |
| Apoyo 05 | 620199.14  | 4730874.97 |
| Apoyo 06 | 620267.75  | 4730873.93 |
| Apoyo 07 | 620295.52  | 4730892.15 |



**LOCALIZACIÓN:**



|   |            |                 |  |          |                                       |          |
|---|------------|-----------------|--|----------|---------------------------------------|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM                                    | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado                              | Aprobado |
| Ciente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.  |            |                 | Ingeniería:  |          |                                       |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra Veraguá 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV  |            |                 | Título y Subtítulo: LAAT 66 kV, LSMT 20 kV y Subestación 66/20 kV<br>Trazado |          |                                       |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: 1/3.000  |          | Plano nº: 3.2                         |          |
|   |            |                 | Tamaño: A1   |          | Hojas: 3<br>Número de proyecto: 13476 |          |



- LEYENDA:**
- LÍNEA AÉREA 66 kV DC (A ceder)\*
  - LÍNEA AÉREA 66 kV (Otro promotor)
  - LÍNEA AÉREA 66 kV
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV
  - LÍNEA SUBTERRÁNEA BT 0.4 kV
  - TORRE DE MEDICIÓN
  - APOYOS
  - VUELO LAAT 66kV DC (A ceder)\*
  - VUELO LAAT 66kV
  - ANCHO MÁXIMO DE VUELO
  - CS CENTRO DE SECCIONAMIENTO
  - SET MANIOBRA 66 kV
  - SET ELEVADORA 66/20 kV
  - RED HIDROGRÁFICA
  - CARRETERAS
  - CAMINOS PÚBLICOS
  - LÍNEAS ELÉCTRICAS
  - ÁREAS DE PROTECCIÓN AVIFAUNA POR MEDIDAS CORRECTORA PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS

**Nota (conexión a red)**  
 - De acuerdo a las condiciones dadas por la compañía distribuidora de la zona para la conexión de los parques eólicos, será necesaria la cesión de las instalaciones de la SET Maniobra 66 kV y la LAAT 66 kV DC.  
 - El punto de conexión en la línea 58 - Cordovilla-Sanguesa de 66 kV, en el tramo comprendido entre los apoyos número 545 y 546.

| nº       | UTM 29 (X) | UTM 29 (Y) |
|----------|------------|------------|
| Apoyo 01 | 620470.49  | 4730682.76 |
| Apoyo 02 | 620283.93  | 4730693.63 |
| Apoyo 03 | 620136.30  | 4730798.14 |
| Apoyo 04 | 620156.12  | 4730821.92 |
| Apoyo 05 | 620199.14  | 4730874.97 |
| Apoyo 06 | 620267.75  | 4730873.93 |
| Apoyo 07 | 620295.52  | 4730892.15 |



**LOCALIZACIÓN:**



| Versión | Fecha      | Descripción     | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---------|------------|-----------------|---------|----------|----------|----------|
| 00      | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA     | RF       | JM       | AMH      |

Ciente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L. Ingeniería:

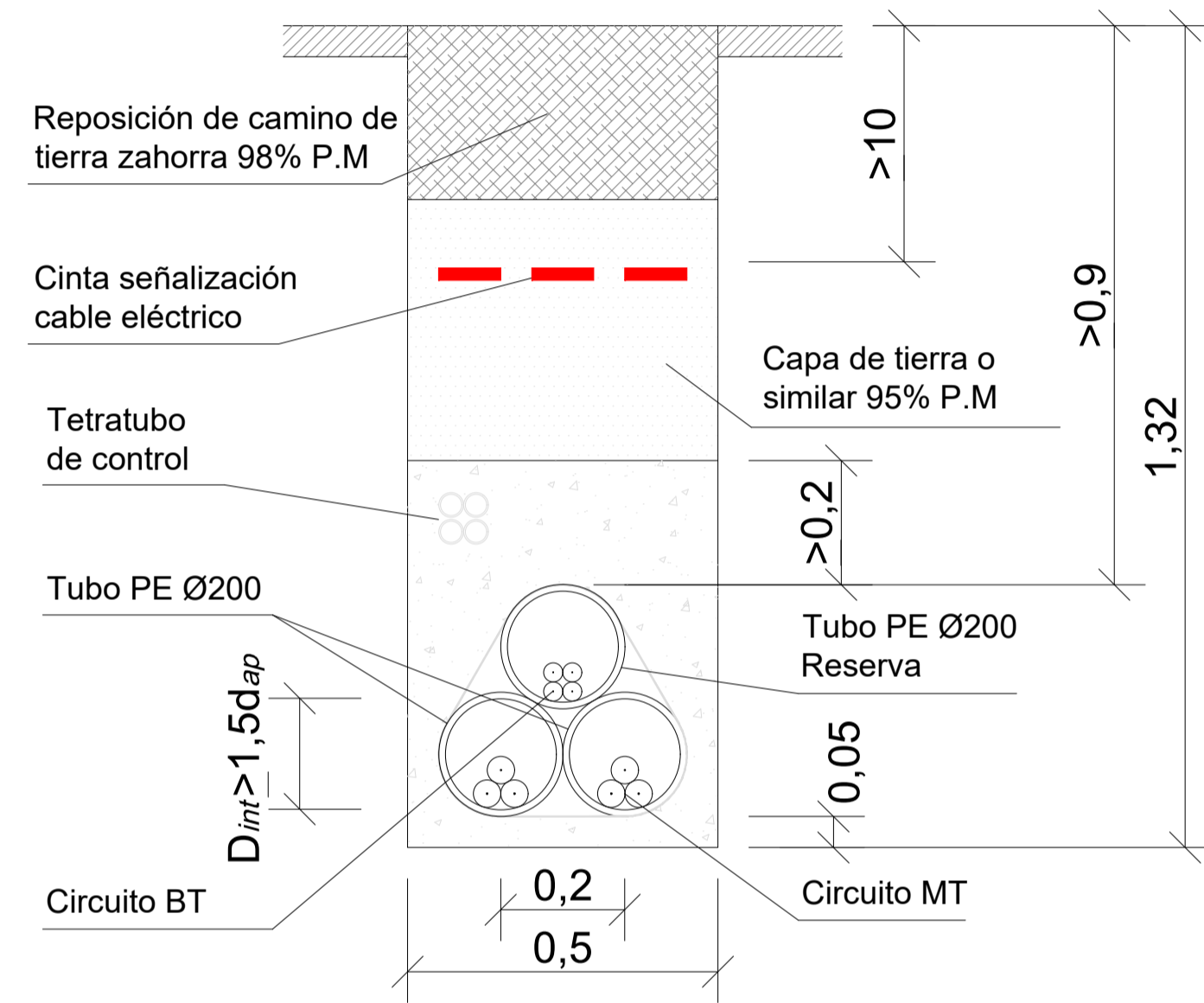
Proyecto: Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra Ventaqui 66 kV, Torre de Medición y Centro de Seccionamiento 20 kV

Título y Subtítulo: LAAT 66 kV, LSMT 20 kV y Subestación 66/20 kV Afecciones

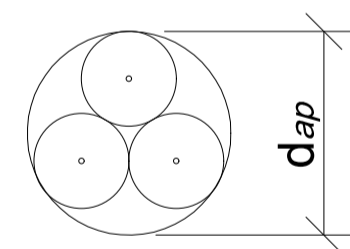
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.

Escala: 1/3.000  
 Tamaño: A1  
 Plano nº: 3.3  
 Hojas: 2  
 Hoja nº: 2  
 Número de proyecto: 13476

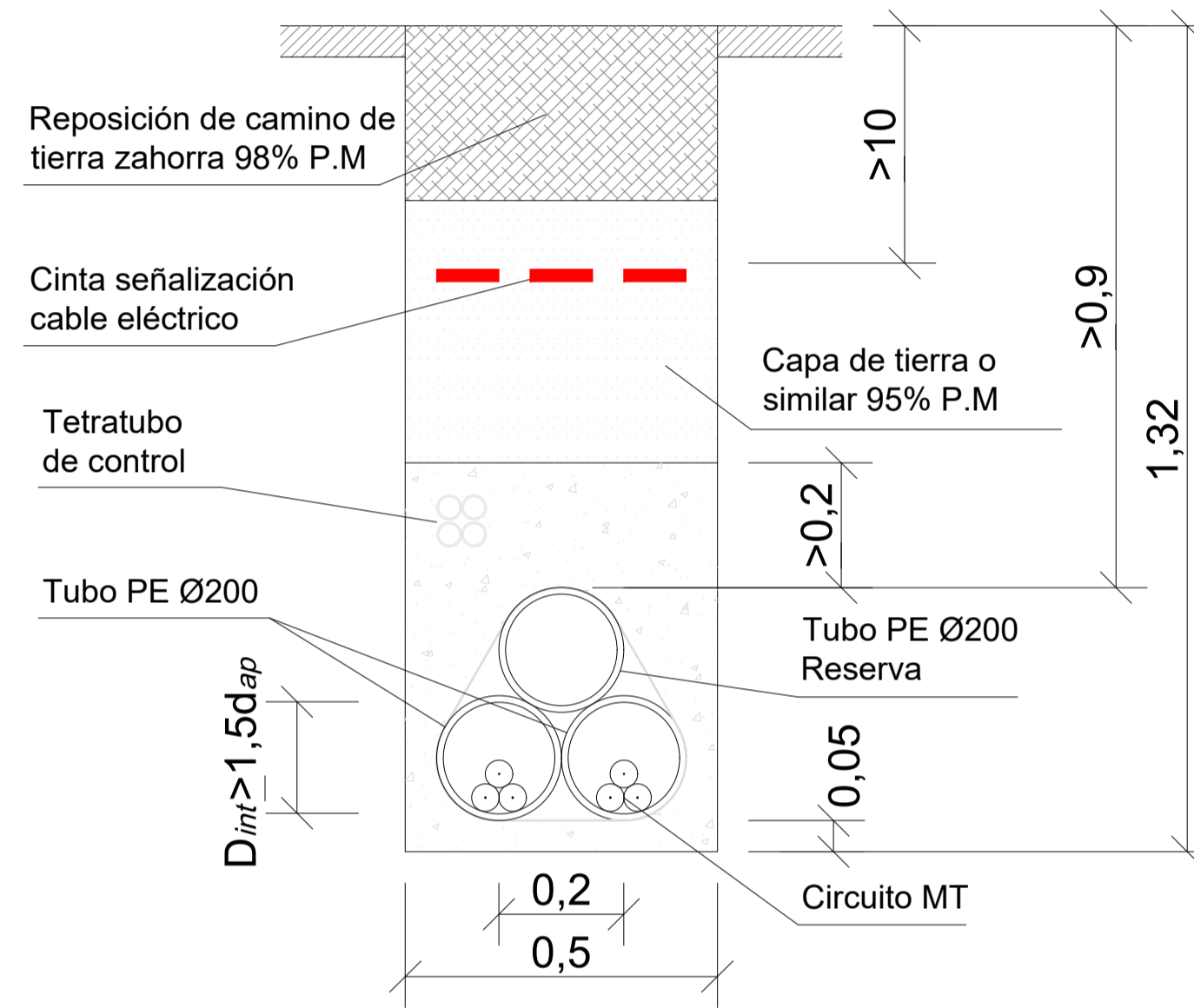
LSMT 20 kV VENTAJUD  
(EN CAMINO DE TIERRA TUBO HORMIGONADO)  
CRUCE



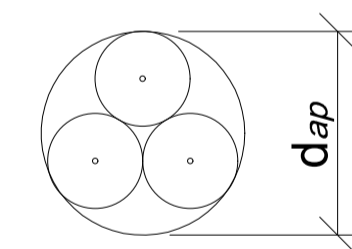
DIÁMETRO APARENTE ( $d_{ap}$ ) MT



LSMT 20 kV VENTAJUD  
(EN CAMINO DE TIERRA TUBO HORMIGONADO)  
CRUCE



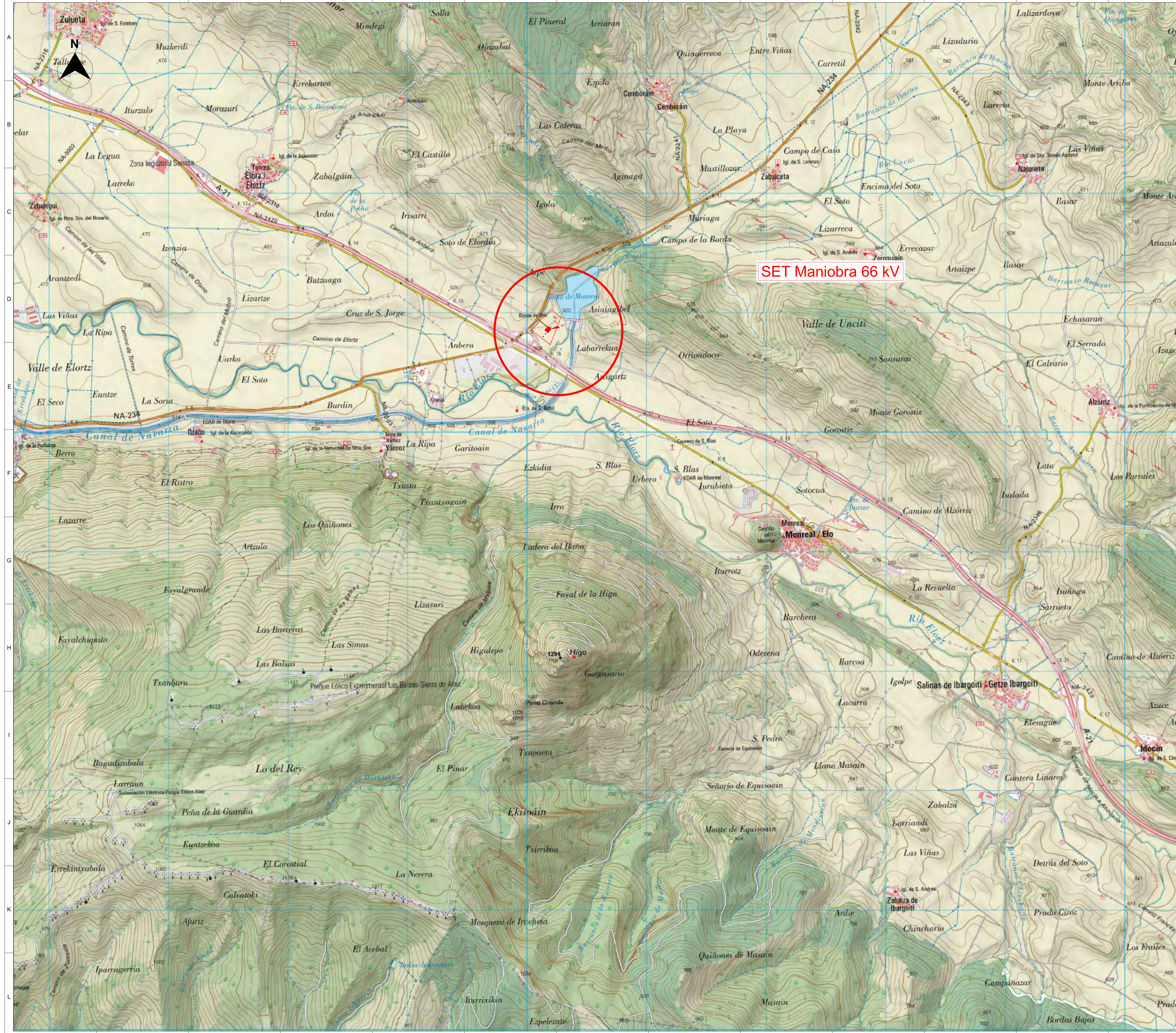
DIÁMETRO APARENTE ( $d_{ap}$ ) MT



LOCALIZACIÓN:



| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA   | RF       | JM  | AMH      |
|---|------------|-----------------|---|----------|---|----------|
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido   | Dibujado | Revisado  | Aprobado |
| Cliente:<br>ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.  |            |                 | Ingeniería:<br>   |          |   |          |
| Proyecto:<br>Proyecto LSMT 20 kV, SET Elevadora 66/20 kV, LAAT 66 kV, SET de Maniobra Ventajud 66 kV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 kV   |            |                 | Título y Subtítulo:<br>LAAT 66 kV, LSMT 20 kV y Subestación 66/20 kV<br>Detalle de zanjas |          |   |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala:<br>S/E<br>A1  |          | Plano nº:<br>3.5<br>Hojas:<br>1 1<br>Número de proyecto:<br>13476 |          |



SET Maniobra 66 KV

LOCALIZACIÓN:



|   |            |                 |   |          |                                       |          |
|---|------------|-----------------|---|----------|---------------------------------------|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA   | RF       | JM                                    | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido   | Dibujado | Revisado                              | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:   |          |                                       |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 KV, SET Elevadora 66/20 KV, LAAT 66 KV, SET de Maniobra Ventajoso 66 KV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 KV   |            |                 | Título de Substituto: SET Maniobra 66 KV Ventajud Situación |          |                                       |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: 1/15.000  |          | Plano nº: 4.1                         |          |
|   |            |                 | Tamaño: A1  |          | Hojas: 2<br>Número de proyecto: 13476 |          |



- LEYENDA:**
- PARCELA
  - LÍNEA AÉREA 66 KV
  - LÍNEA AÉREA 66 KV DC (A ceder)\*
  - LÍNEA AÉREA 66 KV (Otro promotor)
  - APOYOS
  - SET MANIOBRA 66 KV
  - CAMINO DE ACCESO

**INFORMACIÓN GENERAL:**

**SET Elevadora 66 KV**, situada en el término municipal de Monreal.

Referencia Catastral: **31000000001487257LJ**  
 Coordenadas UTM de la Subestación 66 KV:

**Zona: 30 T**  
**X: 620176.15 m E**  
**Y: 4730857.98 m N**

**Nota (conexión a red)**  
 - De acuerdo a las condiciones dadas por la compañía distribuidora de la zona para la conexión de los parques eólicos, será necesaria la cesión de las instalaciones de la SET Maniobra 66 KV y la LAAT 66 KV DC.  
 - El punto de conexión en la línea 58 - Cordovilla-Sanguesa de 66 KV, en el tramo comprendido entre los apoyos número 545 y 546.

**SUBESTACIÓN MANIOBRA 66 KV**

**ACCESO:**  
 X: 620172.19  
 Y: 4730878.05

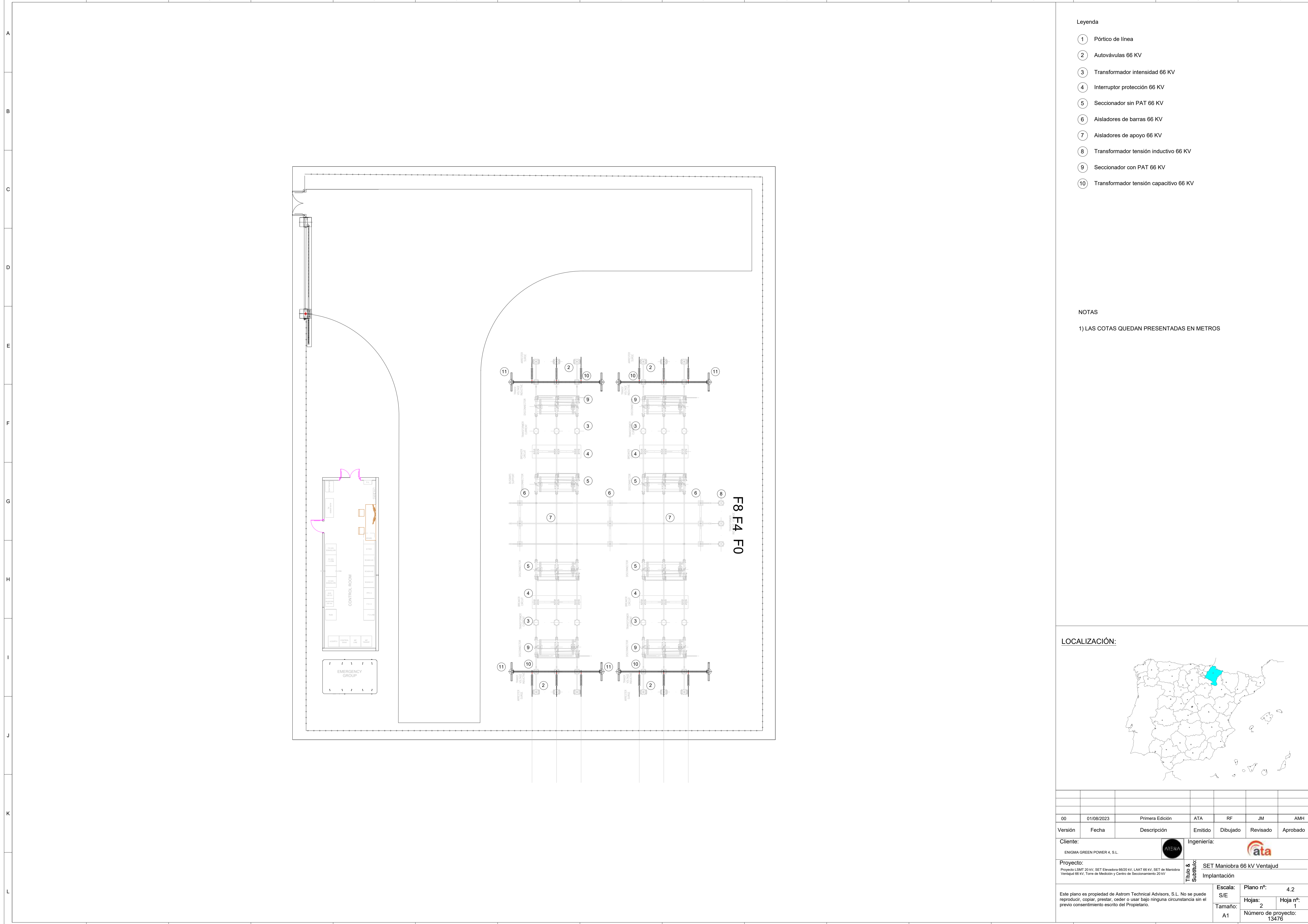
| PUNTO | UTM 30 T (X) | UTM 30 T (Y) |
|-------|--------------|--------------|
| P-1   | 620176.30    | 4730883.42   |
| P-2   | 620150.28    | 4730852.10   |
| P-3   | 620175.99    | 4730830.63   |
| P-4   | 620202.04    | 4730861.82   |

**LOCALIZACIÓN:**



|   |            |                 |  |          |   |          |
|---|------------|-----------------|--|----------|---|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA  | RF       | JM  | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido  | Dibujado | Revisado  | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:  |          |   |          |
| Proyecto: Proyecto LSMT 20 KV, SET Elevadora 66/20 KV, LAAT 66 KV, SET de Maniobra Ventajud 66 KV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 KV  |            |                 | Título y Subtítulo: SET Maniobra 66 KV Ventajud<br>Emplazamiento |          |   |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: 1/750<br>Tamaño: A1                                      |          | Plano nº: 4.1<br>Hojas: 2 Hoja nº: 2<br>Número de proyecto: 13476 |          |





**Leyenda**

- ① Pórtico de línea
- ② Autoválvulas 66 KV
- ③ Transformador intensidad 66 KV
- ④ Interruptor protección 66 KV
- ⑤ Seccionador sin PAT 66 KV
- ⑥ Aisladores de barras 66 KV
- ⑦ Aisladores de apoyo 66 KV
- ⑧ Transformador tensión inductivo 66 KV
- ⑨ Seccionador con PAT 66 KV
- ⑩ Transformador tensión capacitivo 66 KV

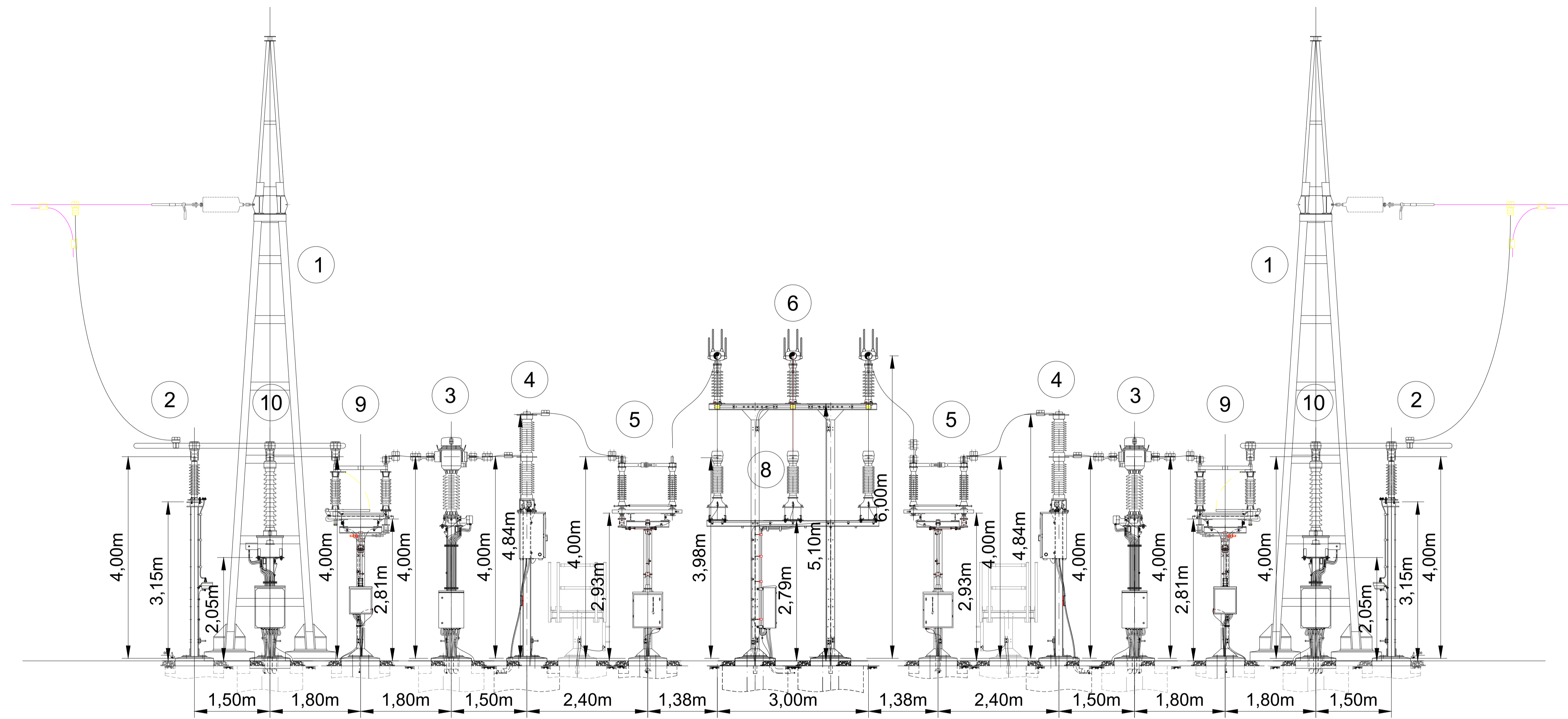
**NOTAS**

1) LAS COTAS QUEDAN PRESENTADAS EN METROS

**LOCALIZACIÓN:**



| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA   | RF       | JM  | AMH      |
|---|------------|-----------------|---|----------|---|----------|
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido   | Dibujado | Revisado  | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:   |          |   |          |
| Proyecto: Proyecto LSMAT 20 KV, SET Elevadora 66/20 KV, LAAT 66 KV, SET de Maniobra Ventajud 66 KV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 KV   |            |                 | Título & Subtítulo: SET Maniobra 66 kV Ventajud<br>Implantación |          |   |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: S/E<br>Tamaño: A1                                       |          | Plano nº: 4.2<br>Hojas: 2 Hoja nº: 1<br>Número de proyecto: 13476 |          |



- Leyenda**
- ① Pórtico de línea
  - ② Autoválvulas 66 KV
  - ③ Transformador intensidad 66 KV
  - ④ Interruptor protección 66 KV
  - ⑤ Seccionador sin PAT 66 KV
  - ⑥ Aisladores de barras 66 KV
  - ⑦ Aisladores de apoyo 66 KV
  - ⑧ Transformador tensión inductivo 66 KV
  - ⑨ Seccionador con PAT 66 KV
  - ⑩ Transformador tensión capacitivo 66 KV

**NOTAS**

1) LAS COTAS QUEDAN PRESENTADAS EN METROS



|   |            |                 |   |          |   |          |
|---|------------|-----------------|---|----------|---|----------|
| 00  | 01/08/2023 | Primera Edición | ATA   | RF       | JM  | AMH      |
| Versión   | Fecha      | Descripción     | Emitido   | Dibujado | Revisado  | Aprobado |
| Cliente: ENIGMA GREEN POWER 4, S.L.   |            |                 | Ingeniería:   |          |   |          |
| Proyecto: Proyecto LSMAT 20 KV, SET Elevadora 66/20 KV, LAAT 66 KV, SET de Maniobra Ventajuz 66 KV, Torre de Medición y Centro de Secorramiento 20 KV   |            |                 | Título & Subtítulo: SET Maniobra 66 kV Ventajuz<br>Sección planta |          |   |          |
| Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario. |            |                 | Escala: S/E<br>Tamaño: A1   |          | Plano nº: 4.2<br>Hojas: 2 Hoja nº: 2<br>Número de proyecto: 13476 |          |