



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
**DE ESPAÑA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV

COMUNIDAD AFECTADA

Navarra

TÉRMINO MUNICIPAL

Oteiza

GONZALEZ  
JOUANNEAU  
DAVID

Madrid, septiembre de 2021

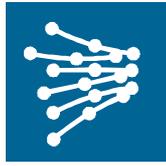
Rfª.: TI.S/2020/273

Firmado digitalmente por  
GONZALEZ JOUANNEAU  
DAVID

Fecha: 2021.09.25  
08:37:48 +02'00'

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID
Nº VISADO 202103118	FECHA DE VISADO 27/09/2021
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
11729 COIIM DAVID GONZÁLEZ JOUANNEAU	





**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV

DOCUMENTO 1

MEMORIA

Dirección de **Ingeniería y Construcción**  
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

septiembre de 2021



## Índice

<b>CAPÍTULO 1. GENERALIDADES .....</b>	<b>4</b>
1.1 ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN .....	4
1.2 OBJETO .....	4
1.3 RELACIÓN DE ADMINISTRACIONES, ORGANISMOS O EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO O SERVICIOS DE INTERÉS GENERAL, EN LA PARTE QUE LA INSTALACIÓN PUEDA AFECTAR A BIENES Y DERECHOS A SU CARGO .....	5
1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS A EFECTOS RETRIBUTIVOS .....	6
1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN .....	7
<b>CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EN LA SUBESTACIÓN DE TIERRA ESTELLA</b>	<b>8</b>
2.1 GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO .....	8
2.1.1 Características básicas y emplazamiento .....	8
2.1.2 Hipótesis de diseño .....	8
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	9
2.2.1 Descripción general de la instalación .....	9
2.2.2 Configuración y disposición general de la instalación .....	9
2.3 SISTEMA ELÉCTRICO .....	9
2.3.1 Magnitudes eléctricas .....	9
2.3.2 Distancias .....	10
2.3.3 Embarrados .....	11
2.3.4 Características de la aparamenta .....	12
2.4 RED DE TIERRAS.....	14
2.4.1 Red de tierras inferiores.....	14
2.4.2 Red de tierras superiores .....	14
2.5 ESTRUCTURAS METÁLICAS .....	14
2.6 SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....	15
2.6.1 Sistemas de control .....	15
2.6.2 Sistemas de protecciones .....	15



<b>2.7</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES .....</b>	<b>16</b>
<b>2.8</b>	<b>SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES .....</b>	<b>16</b>
<b>2.9</b>	<b>OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN .....</b>	<b>17</b>
2.9.1	Movimiento de tierras .....	17
2.9.2	Drenajes.....	17
2.9.3	Cimentaciones, viales y canales de cables .....	17
2.9.4	Accesos .....	18
2.9.5	Edificios y casetas .....	18
2.9.6	Cerramiento.....	19
<b>2.10</b>	<b>INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA .....</b>	<b>19</b>
2.10.1	Alumbrado.....	19
2.10.2	Fuerza .....	20
<b>2.11</b>	<b>SISTEMA CONTRAINCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 3.</b>	<b>NORMATIVA APLICADA .....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO</b>	<b>22</b>



## CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. (en adelante RED ELÉCTRICA), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

En el ejercicio de las citadas funciones y en orden al efectivo cumplimiento de las finalidades relativas al transporte de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA ha proyectado la nueva subestación TIERRA ESTELLA con un parque de 220 kV, con objeto de incrementar la Seguridad del Sistema de la Red de Transporte con la nueva Línea Tierra Estella - Muruarte 220 kV. La instalación se ubica en el término municipal de Oteiza, provincia de Navarra, dentro de la Comunidad Autónoma de Navarra.

Existe una primera referencia a esta instalación, bajo la denominación "Dicastillo", en la "Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020", aprobado por el Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2015, en concreto en el Anexo II.1, "Actuaciones de la red de transporte del Sistema Eléctrico Peninsular posteriores a 2020", del Documento del Ministerio para la Transición Ecológica, "Modificación de aspectos puntuales de la Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020", aprobado por el Consejo de Ministros de fecha 27 de julio de 2018. La instalación está motivada por la Seguridad de Suministro (SdS) y el Apoyo a la Distribución (ApD) identificada en la Comunidad Autónoma de Navarra.

La nueva subestación eléctrica "Tierra Estella 220 kV", objeto del presente Proyecto, sustituye a la referida anteriormente que estaba incluida en el citado Anexo II.1.

### 1.2 OBJETO

De conformidad con lo establecido en la referida Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, constituye el objeto del presente proyecto, **a efectos administrativos**, la aportación de los datos precisos para la obtención de la correspondiente resolución relativas a:

- **Autorización administrativa previa** para la nueva subestación TIERRA ESTELLA en el parque de 220 kV.
- **Autorización administrativa de construcción** para la nueva subestación TIERRA ESTELLA en el parque de 220 kV.
- **Declaración, en concreto, de Utilidad Pública**, con los efectos establecidos en el artículo 56 y siguientes de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

En el documento nº 6 "Relación de Bienes y Derechos" se describen en sus aspectos material y jurídico los bienes y derechos de necesaria expropiación para la implantación de la instalación eléctrica.



Asimismo, en el orden técnico, su objeto es informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo establecido en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

La subestación eléctrica de la red de transporte secundaria, objeto de este Proyecto, se encuentra sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental en la Comunidad Foral de Navarra, conforme a lo establecido en los artículos 8 y 9 de la Ley Foral 17/2020, del 16 de diciembre, Reguladora de las actividades con incidencia ambiental, y a lo dispuesto en la Legislación básica, Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación ambiental, al estar recogida en el Grupo 3, g) de su Anexo I.

Resultando preceptivo el sometimiento del Proyecto al trámite ambiental, corresponde a la Dirección General de Medio Ambiente, del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, la evaluación de impacto ambiental y el otorgamiento de la autorización ambiental (art. 9 de Ley Foral 17/2020).

Considerando que el emplazamiento de esta instalación, regulada expresamente por la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico, por su propia naturaleza ha de ser necesariamente en suelo no urbanizable, en base a los artículos 110.3, 110.4.c) del Decreto Foral 1/2017, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Foral de Ordenación del Territorio y Urbanismo, puede ser considerada como compatible con los objetivos de protección y preservación del suelo y autorizable, integrándose la autorización del uso o actividad de la instalación, conforme a los artículos 12 y 13 de la Ley Foral 17/2020 y al procedimiento especial establecido en el artículo 118.1 y 118.2 del Decreto Foral Legislativo 1/2017, del 26 de julio, en la resolución del Departamento competente en materia de medio ambiente, ordenación del territorio y urbanismo del Gobierno de Navarra, al estar sometida la actividad, como ya se ha indicado, a intervención para la Protección Ambiental.

### **1.3 RELACIÓN DE ADMINISTRACIONES, ORGANISMOS O EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO O SERVICIOS DE INTERÉS GENERAL, EN LA PARTE QUE LA INSTALACIÓN PUEDA AFECTAR A BIENES Y DERECHOS A SU CARGO**

- Excmo. Ayuntamiento de Oteiza.
- Dirección General de Industria, Energía y Proyectos Estratégicos S3
- Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra
- Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras del Gobierno de Navarra
- Dirección General de Ordenación del Territorio del Gobierno de Navarra
- Agencia Estatal de Seguridad Aérea, AESA
- Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, ADIF
- Canal de Navarra S.A.
- Compañía Logística de Hidrocarburos
- Confederación Hidrográfica del Ebro
- Enagás
- C.L.H.



- Iberdrola Distribución Eléctrica
- Nedgia Navarra (Grupo Naturgy)
- Gas Natural (Naturgy)
- MTorres Desarrollos Energéticos
- Enerfin Sociedad de Energía S.L.
- Greengenius
- Telefónica
- Comunidad de Regantes del Canal de Navarra
- Enel Green Power España, S.L.U.
- Acciona
- Desarrollos Renovables del Norte, S.L.U.
- Green Capital Development 74, S.L.U.
- Green Capital Power, S.L.U.
- Solaria Promoción y Desarrollo Fotovoltaico S.L.U.

## 1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS A EFECTOS RETRIBUTIVOS

### Parque de 220 kV

- **Nuevas posiciones de interruptor a instalar:**

Número de posiciones equipadas	3
Número de posiciones parcialmente equipadas	0
Número de posiciones reservas sin equipar	2

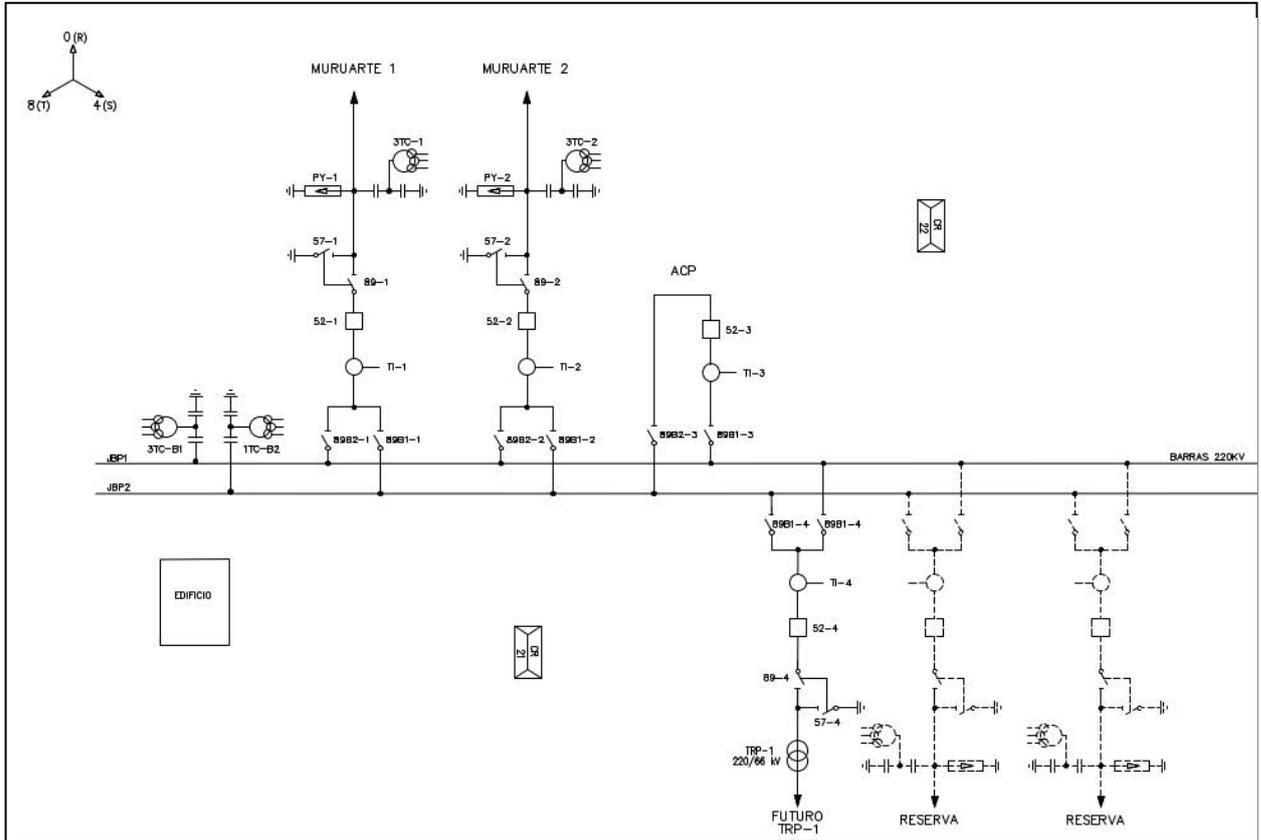
- **Características:**

Tecnología	AIS
Instalación	Convencional exterior
Configuración	Doble barra
Intensidad de cortocircuito de corta duración	40 kA



## 1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN

La actuación consiste en la nueva subestación TIERRA ESTELLA 220 kV tipo AIS con configuración de Doble barra. El esquema unifilar del parque de 220 kV donde se recogen las actuaciones a realizar se muestra a continuación, más las reservas no equipadas previstas a futuro con una posición de ApD.



Subestación eléctrica TIERRA ESTELLA, parque 220 kV



## CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EN LA SUBESTACIÓN DE TIERRA ESTELLA

### 2.1 GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO

#### 2.1.1 Características básicas y emplazamiento

La subestación de TIERRA ESTELLA 220 kV está situada en el término municipal de Oteiza, provincia de Navarra, Comunidad Foral de Navarra.

La ubicación queda reflejada en el plano de situación geográfica Documento nº3 Planos del presente proyecto.

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología convencional.

De acuerdo con los criterios establecidos en el *Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte: Criterios de diseño, requisitos mínimos y comprobación de equipamiento y puesta en servicio* aprobado en resolución de 11 de febrero de 2005, de la Secretaría General de la Energía, por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, se ha proyectado que el parque de 220 kV de la subestación TIERRA ESTELLA se construya con configuración de Doble barra.

#### 2.1.2 Hipótesis de diseño

- **Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar ..... 440 m
- Temperaturas extremas ..... + 40º C/-15º C
- Contaminación ambiental ..... Bajo
- Nivel de niebla ..... Bajo

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se ha considerado viento horizontal con velocidad de 140 km/h.

Los embarrados y tendidos altos se han diseñado considerando la Zona A según "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. - Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008" y para el resto de la instalación con las sobrecargas consideradas en el Documento Básico de Seguridad Estructural SE-AE "Seguridad Estática. Acciones en la Edificación" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

Respecto a las acciones sísmicas, la norma NCSR-02 contempla la necesidad de su aplicación en construcciones de especial importancia, como ésta, cuando la aceleración sísmica básica sea superior o igual a 0,04 g, siendo inferior en este caso por lo que no se tendrán en cuenta estas acciones sísmicas.

- **Datos de cortocircuito**

El proyecto considera una intensidad de cortocircuito de corta duración de 40 kA.

Las intensidades de cortocircuito previstas en el horizonte 2020 para el parque de 220 kV son las siguientes:

- Monofásica ..... 23 kA
- Trifásica ..... 23 kA



Estos valores son menores que los de la intensidad de cortocircuito de corta duración de diseño.

- **Datos del terreno a efectos de la red de tierras**

A efectos de cálculo se considera una resistividad del terreno de 200 Ω\*m.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

### 2.2.1 Descripción general de la instalación

El parque de 220 kV en la subestación de TIERRA ESTELLA responde a las siguientes características principales:

- Tensión nominal..... 220 kV
- Tensión más elevada para el material (Um)..... 245 kV
- Tecnología ..... AIS
- Instalación ..... Convencional exterior
- Configuración..... Doble barra
- Intensidad de cortocircuito de corta duración ..... 40 kA

### 2.2.2 Configuración y disposición general de la instalación

Calle	Nueva instalación		
	Posición	Nº de interruptores	Nº de interruptores nuevos
ACP		1	1
MURUARTE 1		1	1
MURUARTE 2		1	1
TRP-1 (ApD)		1	1

La configuración y disposición general de la instalación queda reflejada en los planos: esquema unifilar simplificado, planta general y secciones generales del Documento nº3 Planos del presente Proyecto.

## 2.3 SISTEMA ELÉCTRICO

### 2.3.1 Magnitudes eléctricas

Las magnitudes eléctricas básicas de diseño adoptadas para el parque de **220 kV**:

- Tensión nominal..... 220 kV
- Tensión más elevada para el material (Ve) ..... 245 kV
- Neutro ..... Rígido a tierra



- Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz) .40 kA
- Tiempo de extinción de la falta ..... 0,5 seg
- Nivel de aislamiento:
- Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... kV
- Línea de fuga mínima para aisladores ..... 6.125 mm (25 mm/kV)

### 2.3.2 Distancias

Las distancias mínimas adoptadas para el parque de 220 kV son las indicadas a continuación, según las magnitudes eléctricas indicadas y la normativa aplicable.

- **Para conductores rígidos (embarrados de interconexión):**

Distancias fase-tierra:

- Conductor-estructura .....2.100 mm

Distancias fase-fase:

- Conductores paralelos ..... 2.100 mm
- Punta-conductor ..... 2.100 mm

Las distancias adoptadas son válidas, dado que la altura de la instalación sobre el nivel del mar es inferior/superior a 1.000 m.

- **Para conductores tendidos:**

Este tipo de conductores se verán sometidos bajo ciertas condiciones de defecto a movimientos de gran amplitud, los cuales, y durante algunos instantes, aproximan entre sí a los conductores de fase hasta unas distancias inferiores a las normalizadas.

Por consiguiente, es posible considerar unas distancias mínimas temporales de aislamiento inferiores a las normalizadas ya que debe tenerse en cuenta que:

Los tipos de sobretensiones a considerar son reducidos y sólo deben considerarse aquellas que pudieran ser simultáneas al propio defecto de cortocircuito y con más precisión al momento en el que los conductores se aproximan.

No es por lo tanto, necesario considerar sobretensiones de tipo rayo, ya que es altamente improbable que coincidan con un cortocircuito entre fases.

Por otro lado, la longitud de vano que experimenta la reducción de la distancia de aislamiento es pequeña, y su duración es muy reducida, de forma que la posibilidad de fallo se hace mínima. En este sentido, hay que tener en cuenta que, en el caso de conductores rígidos se elimina la posibilidad de una falta producida por el movimiento de los conductores tras una falta en las salidas de línea.

Basándose en lo anterior, se adoptan las siguientes distancias de aislamiento temporal en conexiones tendidas:

- Conductor-estructura .....1.550 mm
- Conductor-conductor ..... 1.800 mm



Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque Convencional exterior bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias en el parque de 220 kV:

- Entre ejes de aparellaje ..... 4.000 mm
- Entre ejes de conductores tendidos ..... 4.000 mm
- Anchura de calle..... 13.500 mm
- Altura de embarrados de interconexión entre aparatos 6.000 mm
- Altura de embarrados principales altos ..... 10.500 mm
- Altura de tendidos altos ..... 14.950 mm

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

### 2.3.3 Embarrados

Los conductores del parque de 220 kV estarán dispuestos en tres niveles:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio.
- Embarrados altos, barras principales de tubo de aluminio a 10,5 m de altura en configuración apoyada sobre aisladores soporte.
- Tendidos altos de cable dúplex de aluminio-acero a 14,95 m de altura.

- **Embarrados en tubo**

Las características de los tubos destinados a los embarrados principales de 220 kV serán las siguientes:

- Aleación..... AlMgSiO, 5 F22
- Diámetro exterior/interior ..... 150/134 mm
- Sección total del conductor ..... 3.569 mm<sup>2</sup>
- Intensidad admisible permanente a 85º C ..... 4.408 A



Las características de los tubos destinados a la interconexión del aparellaje serán las siguientes:

- Aleación.....AlMgSiO, 5 F22
- Diámetro exterior/interior ..... 100/88 mm
- Sección total del conductor ..... 1.772 mm<sup>2</sup>
- Intensidad admisible permanente a 85º..... 2.040 A

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

- **Disposición y tipo de embarrado**

Se adaptará al nivel en que los conductores están dispuestos en el parque de 220 kV:

- Tendidos altos de cable dúplex de aluminio-acero a 14,95 m de altura.

- **Embarrados con cable**

Los tendidos altos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero tendrá con la siguiente configuración y características:

- Formación ..... DÚPLEX
- Tipo ..... RAIL
- Sección total del conductor ..... 516,82 mm<sup>2</sup>
- Diámetro exterior ..... 29,61 mm
- Intensidad admisible permanente a 35º C de temperatura ambiente y 85º C en conductor..... 2.064 A

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante doble cadena de aisladores de vidrio y contemplada con la piecería adecuada.

La unión entre conductores y entre éstos y el aparellaje se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

### 2.3.4 Características de la aparamenta

Se relaciona a continuación el aparellaje de la instalación, con el nivel de aislamiento definido anteriormente en el parque de 220 kV.

#### Equipos con aislamiento en Aire

- **Interruptores automáticos:**

- Tensión más elevada..... kV
- Intensidad nominal ..... 40 kA
- Frecuencia nominal..... 50 Hz
- Tecnología cámara de corte ..... SF6



- **Transformadores de intensidad:**

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad límite térmica..... 40 kA

Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión se adaptarán a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007) y al sistema de protección y medida.

- **Transformadores de tensión**

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Factor de tensión nominal en servicio continuo. 1,2

Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión se adaptarán a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007) y al sistema de protección y medida.

- **Seccionadores de barras:**

Los seccionadores de barras del Parque de 220 kV serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar manual, y con las siguientes características:

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad límite térmica..... 40 kA

- **Seccionadores de línea:**

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad límite térmica..... 40 kA
- Intensidad límite dinámica ..... 79 kA (valor cresta)
- Frecuencia nominal ..... 50 Hz

- **Seccionadores de aislamiento (seccionadores de posición):**

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad límite térmica..... 40 kA

- **Seccionadores de Puesta a Tierra: Tripolar, con cuchilla de puesta a tierra, de mando unipolar motorizado, y de las siguientes características:**

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad límite térmica..... 40 kA

- **Pararrayos:**

Se dispondrán autoválvulas con las siguientes características:

- Tensión nominal..... 198 kV
- Tensión operación continua ..... >152 kV
- Intensidad nominal de descarga ..... 10 kA



- **Aisladores de apoyo:**

Los aisladores soporte para apoyo de los embarrados principales del parque de 220 kV se seleccionan con larga línea de fuga (LLF) y tienen las siguientes características:

- Tipo ..... C10-650 (LLF)

## 2.4 RED DE TIERRAS

### 2.4.1 Red de tierras inferiores

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, formando retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Para la comprobación de las condiciones de seguridad de la red de tierras se consideran las intensidades de cortocircuito previstas en el horizonte 2020 (ver el apartado 2.1.2). En el desarrollo final de la instalación, la malla de tierra se dimensiona para soportar las intensidades de cortocircuito de corta duración de diseño.

En el Anexo de Cálculos se han reflejado los datos y cálculos de la malla a instalar. Este sistema de puesta a tierra aparece reflejado en el Documento nº3 Planos del presente Proyecto.

### 2.4.2 Red de tierras superiores

Con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

## 2.5 ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las estructuras metálicas y soportes del aparellaje complementario de la nueva subestación, se han diseñado con perfiles de acero. Todas las estructuras y soportes serán galvanizados en caliente como protección contra la corrosión.

Para el anclaje de estas estructuras, se dispondrán cimentaciones adecuadas a los esfuerzos que han de soportar, construidas a base de hormigón y en las que quedarán embebidos los pernos de anclaje correspondientes.



## 2.6 SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN

### 2.6.1 Sistemas de control

El sistema de control de la instalación está formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

Se instalará en las edificaciones unidades locales asociadas a las posiciones que recogerán la información para el telecontrol y permitirá la funcionalidad de control (mando, alarmas y señalizaciones) para la operación local de mantenimiento.

### 2.6.2 Sistemas de protecciones

Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de los siguientes sistemas de protección:

- **Embarrados:**

Se ha previsto la instalación de relés equipado con dos sistemas de protección independientes con las siguientes funciones:

- 87B-1: protección primaria para ambas barras (B1 y B2). Se definen dos zonas de protección independientes, una por barra.
- 87B-2: protección secundaria para ambas barras (B1 y B2). Se definen dos zonas de protección independientes, una por barra.

- **Sistema de protección de interruptor:**

Se ha previsto un relé de protección equipado con las siguientes funciones:

- Discordancia de polos (2).
- Comprobación de sincronismo y acoplamiento de redes (25-25AR).
- Protección por mínima tensión (27).
- Oscilografía.
- Fallo de interruptor (50S-62).
- Vigilancia de los circuitos de disparo (3).

- **Posiciones de línea:**

En cada posición se ha previsto un bastidor de relés equipado con dos sistemas de protección independientes con las siguientes funciones:

- Protección de principio diferencial (87).
- Sobreintensidad direccional de neutro (67N), para la detección de faltas altamente resistivas.
- Reenganche (79).
- Localizador de faltas y oscilografía.
- Protección de distancia (21) como respaldo.
- Protección contra sobretensiones (59).



## 2.7 SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

### Servicios Auxiliares de Corriente Alterna.

Se contemplan las siguientes posibles fuentes de alimentación de c.a. a la nueva subestación:

- Alimentación desde el terciario del transformador de potencia (si lo/s hay, indicando los niveles de tensión).
- Alimentación desde un trafo de tensión desde la red de transporte.
- Alimentación desde una línea de M.T. y/o centro de transformación MT/BT.
- Grupo electrógeno.

Las fuentes de alimentación que se equipen alimentarán un Cuadro Principal de Corriente Alterna que dispone de dos barras unidas por un interruptor de acoplamiento. La conmutación de las fuentes de alimentación principales es automática y se realiza en el Cuadro Principal de Corriente Alterna mediante un autómatas programable.

Las condiciones de explotación de la instalación dependerán del tipo de fuente de alimentación que se tenga.

### Servicios Auxiliares de Corriente Continua.

Desde el Cuadro Principal de Corriente Alterna se alimenta a los equipos rectificador-batería que constituyen las fuentes autónomas que dan seguridad funcional a la Subestación Eléctrica. Cada equipo rectificador-batería podrá alimentarse de manera conmutada desde ambas barras del Cuadro Principal de Corriente Alterna.

El Cuadro Principal de Corriente Continua de 125 Vcc, está formado por dos juegos de barras con acoplamiento. Cada uno de uno de estos juegos está alimentado, en condiciones normales, desde su correspondiente equipo rectificador-batería de 125 Vcc. Este cuadro da, entre otros, servicio a las alimentaciones necesarias de control y de maniobra.

El Cuadro Principal de Corriente Continua de 48 Vcc, estará formado por dos juegos de barras cada uno de ellos alimentado desde el correspondiente equipo rectificador-batería de 48Vcc. El diseño de este cuadro garantiza la alimentación permanente y la conmutación de las fuentes sin paso por cero, para aquellas salidas en las que esta condición es esencial.

## 2.8 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Se ha previsto instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

### Telecomunicaciones para funciones de protección

Para la comunicación que requiere las funciones de protecciones de línea se han previsto enlaces digitales y/o analógicos, facilitados por la red de equipos de transmisión SDH y PDH, que a su vez están soportados por la red de fibra óptica.



Las protecciones de distancia, interruptor y otras que requieran de la funcionalidad de teledisparo serán conectadas a teleprotecciones, equipadas con suficientes órdenes para satisfacer el servicio requerido.

### **Red de fibra óptica en la subestación**

Se ha previsto una red de fibra óptica, en configuración de doble estrella con cables de fibra multimodo, desde el armario de fibra multimodo, hasta las dependencias, interiores o exteriores del edificio, que requieren servicios de comunicación de protecciones, servicios de telecontrol, telegestión y sincronización horaria, dando con ello servicio a las nuevas posiciones.

### **Telegestión de protecciones, sistemas de telecontrol y equipos de comunicaciones.**

Todos los equipos de protecciones, telecontrol y comunicaciones asociados a la posición de este proyecto, van a ser telegestionados, por medio de su conexión a la red de servicios IP de la red de transporte de RED ELÉCTRICA. Esta red se distribuye por la subestación soportada por la red de fibra multimodo.

### **Red de Telefonía**

La red de telefonía corporativa de RED ELÉCTRICA se ha previsto que sea extendida y desplegada en esta subestación por medio del uso de equipos y terminales preparados para el establecimiento de comunicaciones de voz. Esta soportada por el resto de las redes desplegadas en la subestación y permite el acceso a las funcionalidades de comunicación vocal normalizadas en RED ELÉCTRICA.

## **2.9 OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN**

### **2.9.1 Movimiento de tierras**

Se diseñará y ejecutará el movimiento de tierras necesario para la construcción de la nueva subestación, buscando el menor impacto paisajístico.

### **2.9.2 Drenajes**

En la plataforma se han previsto los tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia realizada la ampliación de la subestación.

La recogida de las aguas residuales se ha previsto con depósito estanco de poliéster reforzado con fibra de vidrio capaz de retener por un periodo determinado de tiempo las aguas servidas domésticas y equipado con tapa de aspiración y vaciado.

Los trabajos a acometer requieren la conexión a la red de pluviales existente.

### **2.9.3 Cimentaciones, viales y canales de cables**

Se han previsto las cimentaciones, canales de cables y viales necesarios conforme al plano incluido en el Documento nº3 Planos del presente proyecto.

Las nuevas cimentaciones a realizar serán las correspondientes al nuevo aparellaje a instalar.

Los canales de cables serán prefabricados, del tipo: A en acceso al aparellaje y B en principales de posición.



### 2.9.4 Accesos

El acceso a la nueva subestación se realizará a través de un vial, que se diseñará para que tenga 5.0 m de ancho, según especificaciones de RED ELÉCTRICA para tráfico ligero.

El acceso será de firme flexible de base bituminosa y dispondrá de capa de rodadura de 5 cm de espesor, riego de imprimación, y base granular de zahorra artificial de 25 cm de espesor (CBR>20) compactada al 100% del P.M, extendida sobre explanada mejorada, previamente se realizará el saneamiento de la capa superior de cobertura vegetal.

### 2.9.5 Edificios y casetas

- **Edificio de mando y 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 Documento nº3 Planos del presente proyecto.

Este edificio, dispondrá de sala de mando y control, sala de comunicaciones, sala de servicios auxiliares, aseos, un hall de entrada, archivo y un almacén. 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 anti-intrusismo.

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 servicios auxiliares 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.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

- **Casetas de relés**

Se construirán las casetas de relés de dimensiones interiores adecuadas para albergar los equipos necesarios conforme al plano "Casetas de relés prefabricada arquitectura y montaje" del Documento nº3 Planos del presente proyecto.

En estas casetas, se ubicarán los bastidores de protecciones, cuadros de servicios auxiliares y armarios de comunicaciones.

Estas casetas son del tipo prefabricado, de paneles de hormigón armado y cubierta plana.

En la solera, en todo el perímetro, se construirá un canal para el paso de cables hasta los armarios y bastidores.



Para la climatización de la caseta se ha proyectado la instalación de dos equipos de aire acondicionado, solo frío y radiadores eléctricos con termostato para calefacción.

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.

### 2.9.6 Cerramiento

Se realizará un cerramiento de toda la subestación de al menos 2 metros de altura:

Este cerramiento será de valla metálica de acero galvanizado reforzado, rematado con alambreada de tres filas, con postes metálicos, embebidos sobre murete corrido de hormigón de 0,5 m de altura.

Se dispondrán las siguientes puertas:

- Puerta de acceso de peatones de 1 m de anchura, con cerradura eléctrica, para apertura desde el edificio de control.
- Puerta de acceso de vehículos de 6 m de anchura, de tipo corredera, motorizada con cremallera y automatismo de cierre y apertura a distancia.

## 2.10 INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA

### 2.10.1 Alumbrado

#### Calles y posiciones

De acuerdo con la normalización, el alumbrado normal de calles se realizará con proyectores orientables, montados a menos de 3 m de altura. Serán de haz semi-extensivo, para que con el apuntamiento adecuado se pueden obtener 50 lux en cualquier zona del parque de intemperie.

#### Viales

Alumbrado con luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux.

Se dispondrá, asimismo, de alumbrado de emergencia constituido por grupos autónomos colocados en las columnas de alumbrado, en el caso de viales perimetrales y sobre la misma estructura que el alumbrado normal o tomas de corriente en el parque de intemperie. El sistema de emergencia será telemandado desde el edificio de control y los equipos tendrán una autonomía de una hora.

Se dispondrá de fotocélula para el encendido del alumbrado exterior.

#### Edificio y casetas

Los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en salas de control y de comunicaciones, y de 300 lux en sala de servicios auxiliares, taller y casetas de relés.

Los alumbrados de emergencia del edificio y casetas estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.



### 2.10.2 Fuerza

Se instalarán tomas de fuerza combinados de 3P+T (32 A) y 2P+T (16 A) en cuadros de intemperie anclados a pilares próximos a los viales, de forma que cubran el parque considerando cada conjunto con un radio de cobertura de 25 m.

## 2.11 SISTEMA CONTRAINCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO

### Sistema Contraincendios

Se instalarán detectores de incendios en todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos.

También se dispondrán de los correspondientes extintores en el edificio tanto de CO2 como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

### Sistema Anti-intrusismo

El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior.

Se instalará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas.

Se instalarán cámaras de seguridad en las puertas de acceso y dependencias del edificio de control, a excepción de aseos y vestuarios, así como en las casetas de relés, También se dispondrá de cámaras de seguridad en el parque ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de RED ELÉCTRICA.



### **CAPÍTULO 3. NORMATIVA APLICADA**

El presente Proyecto ha sido redactado básicamente conforme el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 y a la norma UNE-EN 62271-1:2009 Aparata de alta tensión (de la derivada de la Directiva CENELEC).

En el Documento 2: Pliego de Condiciones Técnicas se especifican en detalle las normas y reglamentos específicos aplicados para la redacción y ejecución del presente proyecto.



## CAPÍTULO 4. PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO

Se estima en 24 meses el tiempo necesario para la ejecución de las obras que se detallan en el presente Proyecto de Ejecución.

Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV

**ANEXO 1**  
**CÁLCULOS**

Dirección de **Ingeniería y Construcción**  
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

septiembre de 2021



## Índice

<b>CAPÍTULO 1. OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 2. SUBESTACIÓN DE TIERRA ESTELLA 220kV .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS .....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Hipótesis de diseño .....	4
2.1.2 Normativa aplicable .....	4
2.1.3 Desplazamiento del vano con viento .....	5
2.1.4 Efecto en conductores por corriente de cortocircuito .....	5
2.1.5 Aproximación de conductores.....	8
2.1.6 Distancia mínima.....	9
2.1.7 Distancias mínimas a adoptar .....	9
<b>2.2 RED DE TIERRAS INFERIORES .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 RED DE TIERRAS SUPERIORES .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 3. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>15</b>



## CAPÍTULO 1. OBJETO

El objeto de este documento es justificar, desde el punto de vista técnico, las soluciones adoptadas en la subestación para los elementos más críticos de la configuración adoptada y, asimismo, para permitir la entrada y salida de la línea en la subestación.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Determinación de distancias eléctricas mínimas en embarrados tendidos.
- Red de tierras inferiores.
- Red de tierras superiores.

Cada apartado contiene la normativa aplicable en cada caso, las hipótesis de diseño, los cálculos justificativos, criterios de validación y conclusiones.



## CAPÍTULO 2. SUBESTACIÓN DE TIERRA ESTELLA 220kV

### 2.1 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS

#### 2.1.1 Hipótesis de diseño

Desde el punto de vista de las aproximaciones entre fases que puedan producirse cuando se desplacen de forma simultánea dos conductores contiguos en condiciones de flecha máxima y con viento de 140 km/h, las distancias mínimas se han establecido de la forma que se indica para un vano de las siguientes características:

#### Parque de 220kV

Longitud del vano .....	L = 45 m
Flecha máxima .....	3% (1,2 m)
Tipo de conductor .....	Dúplex RAIL (ns = 2)
Diámetro del conductor .....	$\phi = 29,61$ mm
Sección del conductor.....	As = 516,82 mm <sup>2</sup>
Peso propio del conductor.....	ms = 1,6 kg/m
Módulo de elasticidad .....	E = 61.000 N/mm <sup>2</sup>
Distancia entre fases .....	a = 4.000 mm
Longitud media de cadenas .....	4 m
Separación entre conductores de la misma fase .....	0,40 m
Rigidez de los soportes .....	S = 7,5 * 10 <sup>4</sup> N/m
Tiempo de despeje de defecto .....	T <sub>k1</sub> = 0,5 seg
Intensidad de cortocircuito .....	I <sub>k3</sub> = 40 kA
Relación R/X del sistema.....	R/X = 0,07
Tensión máxima .....	676 kg a 50 °C (6.624,8 N)

Se comprobará, además, el desplazamiento máximo en cortocircuito y la pérdida de distancia que esto produce, de acuerdo con lo estipulado en la norma CEI/UNE/EN 865.

#### 2.1.2 Normativa aplicable

Los cálculos que se realizan a continuación cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y está basado en las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Instrucciones técnicas complementarias en subestaciones. Real Decreto nº 842/02 de 2 de agosto en BOE: 18-sept-02.



- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. R.D. 223/2008 de 15 de febrero de 2008 (RLAT).
- Norma CEI 865 de 1986, Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito.
- Norma UNE EN 60865-1, Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: definiciones y métodos de cálculo.
- Norma CEI 909-1988, Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica.
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

### 2.1.3 Desplazamiento del vano con viento

La presión sobre el conductor debida al efecto del viento, según RLAT, es de 68 kg/m<sup>2</sup> (para 140 km/h). Para este caso, y por unidad de longitud, tendremos:

$$F_v = 68 \cdot 0,02961 = 2,01 \text{ kg/m (a cada conductor RAIL en parque 220 kV).}$$

y el desplazamiento máximo del conductor será:

$$\theta = \text{atan} \frac{F_v}{P}$$

$$d_{max} = f_{max} \cdot \text{sen}(\theta)$$

$$\theta = \text{atan} \frac{2,01}{1,6} \simeq 51,4^\circ$$

$$d_{max} = 1,56 \cdot \text{sen}(51,4^\circ) = 0,94 \text{ m}$$

En estas condiciones, dada la escasa probabilidad de simultaneidad de viento y sobretensión, la distancia de aislamiento fase-fase para conductores paralelos ya establecida en 2.100 m (para una altitud de 1.290 m) se puede reducir en un 25 %, por lo que la separación mínima entre conductores en reposo para que sea respetada dicha distancia eléctrica entre fases para los conductores extremos deberá ser de:

$$D_{min} = (0,75 \cdot 2,1) + 2 \cdot 0,94 + 0,4 = 3,84 \text{ m}$$

Distancia inferior a la adoptada que es 4 m para los conductores tendidos, superior incluso a la distancia teniendo en cuenta sobretensiones simultáneas con viento.

### 2.1.4 Efecto en conductores por corriente de cortocircuito

- **Dimensiones y parámetros característicos.**

El esfuerzo debido a un defecto bifásico viene dado por la siguiente expresión:

$$F' = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot 0,75 \cdot \frac{I_{k3}^2}{a} \cdot \frac{l_c}{l}$$



donde:

$I_{k3}$ : corriente simétrica de cortocircuito trifásico (para el caso de 220 kV se toman 30 kA para no penalizar en exceso el cálculo)

$l_c$ : longitud del vano sin cadenas

$l$ : longitud total del vano

$a$ : separación entre fases

$\mu_0$ : permeabilidad magnética del vacío ( $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ )

En este caso,  $F' = 27,75 \text{ N/m}$  (Para 220 kV:)

La proporción entre el peso propio y la fuerza de cortocircuito vale:

$$r = \frac{F'}{nm_s g}$$

donde:

$n$ : número de conductores por fase

$m_s$ : peso de uno de los conductores

$g$ : aceleración de la gravedad ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

en este caso,  $r = 27,75 / (2 \cdot 1,6 \cdot 9,81) = 0,88$

La dirección resultante de la fuerza será:  $\delta_1 = \arctg r = 41,8^\circ$

La flecha estática en el conductor tendido vale:

$$b_c = \frac{nm_s g l^2}{8F_{st}}$$

donde  $F_{st}$  es la fuerza de tracción estática del conductor para el caso más desfavorable, que será la flecha máxima para 50°C.

Sustituyendo y operando,  $b_c = 1,2 \text{ m}$

Para esta flecha, el periodo de oscilación vale:

$$T = 2\pi \sqrt{0,8 \frac{b_c}{g}}$$

Con lo que sustituyendo resulta:  $T = 1,97 \text{ s}$

El período resultante en caso de cortocircuito vale:

$$T_{res} = \frac{T}{\sqrt{1+r^2} \sqrt{1 - \frac{\delta_1^2}{90}}}$$

Sustituyendo y resolviendo,  $T_{res} = 1,76 \text{ s}$



El módulo de Young real del conductor vale, en función de la carga límite del cable ( $\sigma_{fin}$ ):

$$E = \begin{cases} E \cdot 0,3 + 0,7 \operatorname{sen} \left( 90 \frac{F_{st}}{nA_s \sigma_{fin}} \right) & \text{si } \frac{F_{st}}{nA_s} \leq \sigma_{fin} \\ E & \text{si } \frac{F_{st}}{nA_s} > \sigma_{fin} \end{cases}$$

donde,  $\sigma_{fin} = 5 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$  (menor valor de la tensión de mecánica del conductor cuanto E llega a ser constante)

$A_s$ : sección de un conductor

En este caso,  $F_{st}/nA_s < \sigma_{fin}$ , con lo que  $E = 2,68 \cdot 10^{10} \text{ N/m}$

El factor de carga del conductor vale:

$$\xi = \frac{(nm_s g l)^2}{24 F_s^3 N}$$

donde N = rigidez del sistema mecánico compuesto, que vale:

$$N = \frac{1}{Sl} + \frac{1}{nEA_s}$$

con lo que:  $N = 3,32 \cdot 10^{-7}$  y  $\xi = 0,86$

El ángulo de oscilación del vano durante el paso, o al fin del mismo, de la corriente de cortocircuito viene dado por la expresión:

$$\delta_k = \begin{cases} \left( 1 - \cos \left( 360 \frac{T_{k1}}{T_{res}} \right) \right) & \text{si } 0 \leq \frac{T_{k1}}{T_{res}} \leq 0,5 \\ 10^\circ + \operatorname{arcos} \chi & \text{si } \frac{T_{k1}}{T_{res}} > 0,5 \end{cases}$$

En este caso,  $T_{k1}/T_{res} = 0,25 < 0,5$ , con lo que  $\delta_k = 50,35^\circ$

El ángulo máximo de oscilación que se puede producir corresponde a una duración de cortocircuito inferior o igual a la duración del cortocircuito establecida  $T_{k1}$ , y se calcula como:

$$\delta_m = \begin{cases} 1,25 \operatorname{arcos} \chi & \text{si } 0,766 \leq \chi \leq 1 \\ 10^\circ + \operatorname{arcos} \chi & \text{si } -0,985 \leq \chi \leq 0,766 \\ 180^\circ & \text{si } \chi \leq -0,985 \end{cases}$$

con

$$\chi = \begin{cases} 1 - r \operatorname{sen} \delta_k & \text{si } 0 \leq \delta_k \leq 90^\circ \\ 1 - r & \text{si } \delta_k > 90^\circ \end{cases}$$

En este caso,  $\delta_k = 50,35 < 90^\circ$ , con lo que  $\chi = 0,32$  y  $\delta_m = 81,38^\circ$



- **Fuerza de tensión por oscilación durante el cortocircuito**

De acuerdo con la norma de referencia, la fuerza de tensión en cortocircuito, para conductores compuestos (haces), se calcula por:

$$F_t = 1,1 \cdot F_{st}(1 + \psi \cdot \varphi)$$

donde:

$F_{st}$  es la fuerza estática en el conductor.

$\varphi$  es el parámetro de carga, que tiene en cuenta el esfuerzo combinado de peso y cortocircuito en función del tiempo de despeje frente al período de oscilación del conductor, y vale :

$$\varphi = \begin{cases} 3 \sqrt{1 + r^2} - 1 & \text{si } T_{k1} \geq T_{res}/4 \\ 3(r \operatorname{sen} \delta_k + \cos \delta_k - 1) & \text{si } T_{k1} < T_{res}/4 \end{cases}$$

$\psi$  es un parámetro que combina los dos factores de carga,  $\zeta$  y  $\varphi$ , y que se calcula como una solución real de la ecuación :

$$\varphi 2\psi 3 + \varphi(2 + \zeta)\psi 2 + (1 + 2\zeta)\psi - (2 + \varphi)\zeta = 0$$

Los resultados de las soluciones reales a esta ecuación, en función de los parámetros  $\zeta$  y  $\varphi$ , se encuentran tabulados en la figura 7 de la norma CEI 865-1.

En este caso, como:  $T_{k1} = 0,5 > T_{res}/4 = 0,07$ ;  $\varphi = 1,00$

Y con  $\varphi = 1,00$ , y  $\xi = 0,86$ ,  $\psi$  (de acuerdo con la figura citada) = 0,56

En estas condiciones,  $F_t = 1,1 \cdot 6.624,8 \cdot (1 + 1,00 \cdot 0,56) = 11.400 \text{ N}$

### 2.1.5 Aproximación de conductores

El valor del desplazamiento máximo por oscilación en cortocircuito:

$$b_h = \begin{cases} C_f \cdot C_d \cdot b_c \operatorname{sen} \delta_1 & \text{si } \delta_m \geq \delta_1 \\ C_f \cdot C_d \cdot b_c \operatorname{sen} \delta_m & \text{si } \delta_m < \delta_1 \end{cases}$$

en donde  $C_f$  es un factor experimental que cubre las variaciones de la curva de equilibrio del cable durante el defecto, y su valor es:

$$C_f = \begin{cases} 1,05 & \text{si } r \leq 0,8 \\ 0,97 + 0,1r & \text{si } 0,8 \leq r \leq 1,8 \\ 1,15 & \text{si } r \geq 1,8 \end{cases}$$

En este caso, con  $r = 0,88$ ,  $C_f = 1,06$

El factor  $C_d$  considera los aumentos de la flecha debidos a la elongación elástica y térmica y puede obtenerse por la expresión:

$$C_d = \sqrt{1 + \frac{3}{8} \left(\frac{1}{b_c}\right)^2 (\varepsilon_{ela} + \varepsilon_{th})}$$

La deformación elástica viene dada por:

$$\varepsilon_{ela} = (F_t - F_{st})N$$

y la deformación térmica:



$$\varepsilon_{th} = \begin{cases} C_{th} \left( \frac{k3}{nA_s} \right)^2 \frac{T_{res}}{4} & \text{si } T_{k1} \geq T_{res}/4 \\ C_{th} \left( \frac{k3}{nA_s} \right)^2 \frac{T_{k1}}{4} & \text{si } T_{k1} < T_{res}/4 \end{cases}$$

Donde  $c_{th}$  = factor de dilatación térmica, que para el cable RAIL (220kV) vale  $0,27 \cdot 10^{-18} \text{ m}^4/\text{A}^2\text{s}$ , debido a que: sección Al / sección acero > 6.

Resolviendo en las expresiones anteriores se obtiene, dado que  $T_{k1} > T_{res}/4$ :

$$\varepsilon_{ela} = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\varepsilon_{th} = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

y así,  $C_d = 1,37$

como  $\delta_m = 81,38 > 41,48$

$$b_h = 1,06 \cdot 1,37 \cdot 1,2 \cdot \text{sen}(41,48^\circ) = 1,15 \text{ m}$$

### 2.1.6 Distancia mínima

Distancia mínima entre conductores en cortocircuito:

$$D = a - 2b_h - 0,4 = 6 - 2 \cdot 1,15 - 0,4 = 1,29 \text{ m}$$

Es por lo tanto apropiada la dimensión de 20 m de anchura de calle y la de separación entre conductores, 6 m, para cumplir los requisitos de aislamiento permanente y temporal, en los casos más desfavorables y para la configuración propuesta, dado que estamos muy por encima de los 1,55 m de distancia de aislamiento temporal recomendada por la CIGRE.

### 2.1.7 Distancias mínimas a adoptar

En base a lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta lo que al respecto se indica en la ITC-RAT 12 e IEC-71 se proponen las siguientes distancias mínimas que deberán ser respetadas en la presente subestación:

- Distancias fase-tierra:
  - Conductor – estructura..... 2.100 m
  - Punta – estructura..... N/a m
- Distancias fase-fase:
  - Conductores paralelos..... 2.100 m
  - Punta conductor..... N/a m



## 2.2 RED DE TIERRAS INFERIORES

Para el cálculo de la red de tierras se tendrán en cuenta los valores máximos de tensiones de paso y contacto que establece el reglamento de Centros de Transformación, en su artículo ITC-RAT 13, así como la norma IEEE-80-2000: “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”.

La red de tierras a realizar en la zona de ampliación se conectará con la red de tierras del resto de la subestación de 220kV. Se estima que la red de tierras existente presenta la misma retícula que la empleada en la zona de la ampliación para realizar el cálculo de la malla en su conjunto.

- **Valor de la resistividad del terreno**

Se considera como valor de la resistividad del terreno, a efectos de cálculo, 200 Ω·m.

### TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Los datos utilizados para el cálculo de la red de tierras para la nueva subestación TIERRA ESTELLA 220 kV son:

- Tiempo de despeje de la falta (t) ..... 0,5 s
- Intensidad de falta monofásica a tierra ..... 23 kA
- Resistividad de la capa superficial (grava) (ρ)..... 3.000 Ω·m
- Coeficiente reductor (Cs).....0,67
- Resistividad superficial aparente (pas) .....Cs· 0,67 =2010 Ω·m
- Tensión aplicada admisible (Uca) ..... V
- Resistividad suelo cerca superficie(ρs).....1250 Ω·m
- Resistencia equivalente al calzado (Ra1) ..... 2000 Ω

Según el ITC-RAT 13, apartado 1.1, los valores de K y n, para tiempos de duración del defecto inferiores a 0,9 segundos son K=72 y n=1. Aplicando estos valores se obtiene unos valores de tensiones de paso y contacto máximas admisibles de:

$$\text{Tensión de paso: } V = \frac{10K}{p} \cdot 1 + \frac{6\rho_s}{1000} = 8784 \text{ V}$$

$$\text{Tensión de contacto: } V = \frac{K}{p} \cdot 1 + \frac{1,5\rho_s}{1000} = 2304 \text{ V}$$

Según IEEE-80-2000 dichos valores son (para una persona de 70 kg):

$$\text{Tensión de paso: } E_{\text{paso}} = (1000 + 6C_s \rho_s) \frac{0,116}{t_s}$$

$$\text{Tensión de contacto: } E_{\text{contacto}} = (1000 + 1,5C_s \rho_s) \frac{0,116}{t_s}$$

$$\text{Siendo } C_s \text{ el factor de reducción siguiente: } C_s = 1 - \left( \frac{0,09 \cdot 1 - \rho_s}{2h_s + 0,09} \right)$$

Donde:

ρ: resistividad del terreno (Ω·m) = 200 Ω·m

ρs: resistividad superficial (Ω·m) = 10.000 Ω·m

hs: espesor capa de gravilla (m) = 0,1 m



Con lo que:

$$C_s = 0,70$$

$$E_{\text{paso}} = 9.451 \text{ V}$$

$$E_{\text{contacto}} = 2.529 \text{ V}$$

- **Resistencia de puesta a tierra**

Para calcular la resistencia de la red de tierra se utiliza la siguiente expresión:

$$R_g = \rho \left( \frac{1}{L} + \frac{1}{\frac{20}{A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h \frac{20}{A}} \right) \right) = 1027.7 \Omega$$

donde:

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ) = 200  $\Omega \cdot m$

L: Longitud total de conductor enterrado (m) = 430 m

h: Profundidad de enterramiento del conductor (m) = 0,6 m

A: Superficie ocupada por la malla (m<sup>2</sup>) = 468 m<sup>2</sup>

Se ha considerado la malla compuesta por cable de Cu de 120 mm<sup>2</sup> con un diámetro de 0,014 m.

- **Intensidad de defecto a tierra**

El valor tomado de la intensidad monofásica de cortocircuito para la subestación es de XxkA.

El ITC-RAT 13 establece una reducción de un 30% de ese valor al tener neutro rígido a tierra en la instalación. De acuerdo con la IEEE-80-2000 se puede aplicar un factor de reducción Sf en función de los caminos de retorno adicionales que suponen los hilos de guarda de las líneas de distribución y de transmisión que llegan a la subestación.

Por lo tanto, la Intensidad total disipada a tierra por la malla será:

$$I_g = 13,5 \text{ kA}$$

- **Evaluación de tensiones de paso y contacto**

Los datos iniciales utilizados para el cálculo han sido:

- Resistividad del terreno ( $\rho$ )..... 200  $\Omega \cdot m$
- Espaciado medio entre conductores (D)..... 2 m
- Profundidad del conductor enterrado (h) ..... 0,6 m
- Diámetro del conductor (120mm<sup>2</sup>) (d) ..... 0,014 m
- Longitud del conductor enterrado (L)..... 430 m
- Intensidad de defecto ( $I_g$ ) ..... 13,5 kA



Partiendo de los valores indicados, e introducidos en las fórmulas desarrolladas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores intermedios:

$$K_h = \sqrt{1 + h} = 1,26$$

$$K_i = 0,644 + 0,148n = 2,10$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^n} = 0,54$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d = 9,87$$

$$n_a = \frac{2L_c}{L_p} = 8,78$$

$$n_b = \frac{L_p}{4\sqrt{A}} = 1,13$$

$$n_c = \left[ \frac{L_x \cdot L_y \cdot \frac{0,7 A}{L_x L_y}}{A} \right] = 1$$

$$n_d = \frac{D_m}{\frac{L_x^2 + L_y^2}{x y}} = 0,99$$

Donde:

Lc = longitud del conductor de la malla = 430 m (no incluye picas)

Lp = longitud del perímetro de la malla = 98 m

Lx = longitud máxima de la malla en la dirección x = 36 m

Ly = longitud máxima de la malla en la dirección y = 13 m

Dm = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 38 m

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{D^2}{1 h d} + \frac{(D + 2h)^2}{8 D d} - \frac{h}{4d} + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left( \frac{8}{\pi(2n - 1)} \right) \right) = 0,53$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \frac{1}{2h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) = 0,55$$

De acuerdo con la IEEE-80-2000, la fórmula que permite obtener el valor de la tensión de contacto es:

$$E_{contacto} = \rho K_m K_i \frac{I_g}{L} = 3.479 V$$

Y la fórmula que permite obtener la tensión de paso:

$$E_{paso} = \rho K_s K_i \frac{I_g}{L} = 3.608 V$$

Los valores obtenidos son menores que los valores límite tanto de la IEEE-80-2000 como de la ITC-RAT13.



- **Conductor**

La sección del conductor que constituye la malla de tierra debe ser tal que soporte la mitad de la intensidad (porque en el diseño de la malla se establece que en cada punto de p. a t. llegan al menos dos conductores de la malla) sin superar la temperatura máxima de 300 °C y con una duración de 1 segundo. Esto supone unas densidades de corriente máximas admisibles, según ITC-RAT-13, de:

- 192 A/mm<sup>2</sup> para el cobre.
- 72 A/mm<sup>2</sup> para el acero.

Con estos criterios la máxima intensidad de falta a tierra admisible con una sección de conductor de 120 mm<sup>2</sup> es de:

$$120 \text{ (mm}^2\text{)} \cdot 192 \text{ (A/mm}^2\text{)} \cdot 2 = 46.080 \text{ A}$$

Valor este superior al máximo de diseño.

### 2.3 RED DE TIERRAS SUPERIORES

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electro geométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se 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 hilos de guarda.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a las correspondientes partes bajo tensión.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la expresión:  
 $r = 8 \times I^{0,65}$

donde:  $I = 1,1 \cdot U \cdot N / Z$ , siendo:

U = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 1.050 kV

N = número de líneas conectadas a la subestación = 2

Z = Impedancia característica de las líneas = 400Ω (valor típico)

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$I = 1,1 \cdot 1.050 \cdot 2/400 = 8,34 \text{ kA}$$



Luego la zona de captura será:

$$r = 8 \cdot 8,34^{0,65} = 31,76 \text{ m}$$

El radio crítico de 32 m con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.

Por otro lado, la reactancia y su aparamenta asociada queda protegida frente a las descargas atmosféricas mediante el cable de guarda.



### **CAPÍTULO 3. CONCLUSIÓN**

A la vista de los resultados obtenidos los valores de las tensiones de paso y contacto están por debajo de los permitidos por el ITC-RAT 13, y del IEEE-80-2000, por lo que el diseño de la malla sería válido.

De cualquier modo, se medirán de forma práctica los valores de las tensiones de paso y contacto, una vez finalizadas las obras en la subestación, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV

DOCUMENTO 2

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**  
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

septiembre de 2021



## Índice

<b>CAPÍTULO 1. OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 2. NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 EQUIPAMIENTO Y MONTAJE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 OBRA CIVIL .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1 Estructuras .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Instalaciones .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.3 Varios .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 3. GESTIÓN DE CALIDAD .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO. ....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN .....</b>	<b>10</b>



## CAPÍTULO 1. OBJETO

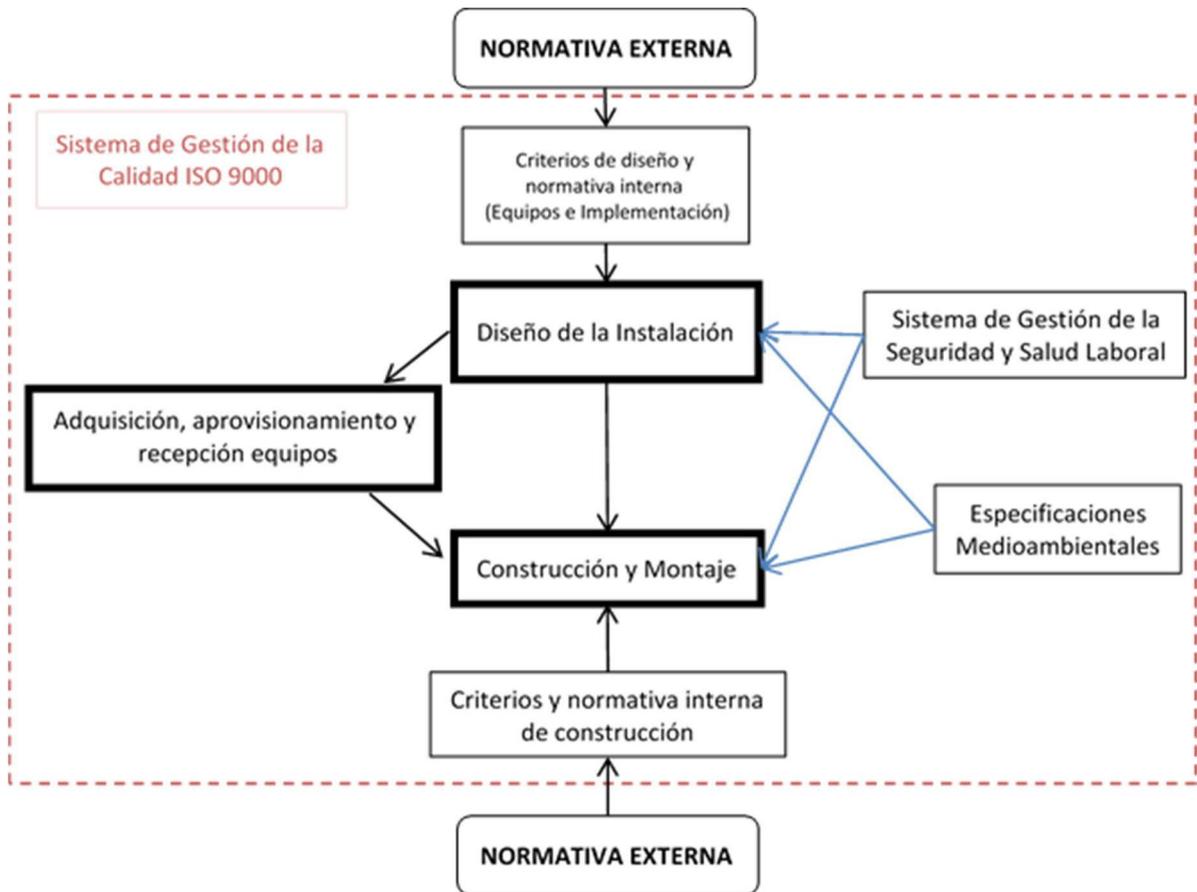
El objeto del presente Pliego de Condiciones es aportar la información necesaria para definir los materiales y equipos y su correcto montaje para lo que se han considerado los siguientes aspectos.

**1º Normativa:** Los equipos y su montaje será conforme a la normativa legal y de referencia.

**2º Gestión de Calidad:** El Plan de Calidad recoge las características técnicas de los equipos y su montaje. Además, la certificación ISO-9000 asegura la calidad de la instalación construida.

**3º Gestión medioambiental:** Con el objeto de minimizar los impactos que puedan acarrear la construcción y funcionamiento de la instalación.

**4º Seguridad Laboral:** Para asegurar que tanto el montaje como la explotación de los equipos de esta instalación cumplen con las medidas de seguridad requeridas.





## CAPÍTULO 2. NORMATIVA APLICABLE

Se aplicarán por el orden en que se relacionan, cuando no existan contradicciones legales, las siguientes normas:

- Normativa de RED ELÉCTRICA (DYES; Procedimientos Técnicos; y Procedimientos de Dirección).
- Normativa Europea EN.
- Normativa CENELEC.
- Normativa CEI.
- Normativa UNE.
- Otras normas y recomendaciones (IEEE, MF, ACI, CIGRE, ANSI, AISC, etc).

### 2.1 EQUIPAMIENTO Y MONTAJE

El presente Proyecto ha sido redactado basándose en los anteriores reglamentos y normas, y más concretamente, en los siguientes, que serán de obligado cumplimiento:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 18 de septiembre de 2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias y sus modificaciones posteriores.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 614/01 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre Equipos de trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.



## 2.2 OBRA CIVIL

### 2.2.1 Estructuras

- **Acciones en la edificación**
  - Documento básico de seguridad estructural DB-SE-AE “Acciones en la Edificación” del Código técnico de la edificación. R.D. 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
  - Norma de construcción sismo-resistente: parte general y edificación (NCSR-02). R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento. BOE 11 de octubre de 2002.
- **Acero**
  - Documento básico de seguridad estructural DB-SE-A “Acero” del Código técnico de la edificación. R.D. 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
- **Hormigón**
  - Instrucción de hormigón estructural EHE-08. R.D. 1247/2008 de 18 de julio, del Ministerio de Fomento. BOE 22 de agosto de 2008.
- **Forjados**
  - R.D 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

### 2.2.2 Instalaciones

- **Electricidad**
  - Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) e Instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51. R.D 842/2002, de 2 de agosto del Ministerio de Industria y Energía. BOE 18 de septiembre de 2002.
  - Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales de cables protectores de material plástico. Resolución de 18-ene-88, de la Dirección General de Innovación Industrial. BOE 19 de febrero de 1988.
- **Instalaciones de Protección Contra Incendios**
  - R.D 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
  - Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, BOE 17-dic-04.

### 2.2.3 Varios

- Normas tecnológicas de la edificación. Decreto del Ministerio de la Vivienda nº 3565/72, de 23 de diciembre. BOE del 15 de enero de 1973.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Instrucciones técnicas complementarias en subestaciones. Real Decreto nº 842/02 de 2 de agosto, en BOE 18 de septiembre de 2002.



- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 614/01 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre Equipos de trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.



### **CAPÍTULO 3. GESTIÓN DE CALIDAD**

Afecta a los procesos: ingeniería, construcción, calificación de proveedores, compras, transferencia de instalaciones y gestión de proyectos y también a los recursos: cualificación de las personas, equipos de inspección, medida y ensayo y homologación de equipos. Sistema de calidad certificado que cumple con la normativa ISO 9000.



## CAPÍTULO 4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Las obras del proyecto se ejecutan garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable. En el *Anexo 2.1 Especificaciones técnicas de carácter ambiental* de este documento se detallan los aspectos medioambientales que rigen la ejecución de este proyecto.



## CAPÍTULO 5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se incluye en el presente proyecto, el *Estudio de Seguridad y Salud* correspondiente para su ejecución.



## CAPÍTULO 6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

De acuerdo con los sistemas de gestión certificados, se garantiza el correcto montaje verificado y validando la instalación y equipos mediante:

- **Pruebas en vacío**

Una vez finalizados los trabajos de obra civil y montaje electromecánico se procederá a la realización de las pruebas en vacío de la Instalación de acuerdo con las instrucciones técnicas correspondientes recogida en la normativa interna.

- **Pruebas en tensión**

Las pruebas en tensión tendrán por objeto comprobar la adecuación al uso de la instalación conforme a los criterios funcionales establecidos en el Proyecto.

Los protocolos de las pruebas a realizar así como los criterios para su ejecución serán redactados conforme a lo especificado en la documentación técnica aplicable.

Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV

DOCUMENTO 2

ANEXO 1

REQUISITOS AMBIENTALES

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Dirección de **Ingeniería y Construcción**  
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

septiembre de 2021



## Índice

<b>CAPÍTULO 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 2. REQUISITOS AMBIENTALES.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Condicionados de los organismos de la Administración.....	4
2.1.2 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible .....	4
2.1.3 Cambios de aceites y grasas .....	4
2.1.4 Campamento de obra.....	4
2.1.5 Gestión de residuos.....	4
2.1.6 Incidentes con consecuencias ambientales .....	5
<b>2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECÁNICO .....</b>	<b>5</b>
2.3.1 Llenado de equipos con aceite .....	5
2.3.2 Llenado de equipos con SF <sub>6</sub> .....	5
<b>2.4 ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DE DEMOLICIÓN</b>	<b>7</b>
<b>3.1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
3.1.1 Objeto .....	7
3.1.2 Situación y descripción general del proyecto .....	7
3.1.3 Descripción general de los trabajos.....	7
<b>3.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA</b>	<b>10</b>
<b>3.5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN .....</b>	<b>14</b>



## CAPÍTULO 1.      **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este documento tiene por objeto establecer los requisitos de carácter ambiental que se deben cumplir en los trabajos de obra civil y montaje electromecánico que se van a realizar en la nueva subestación TIERRA ESTELLA 220 kV para minimizar los posibles impactos ambientales que puede conllevar el desarrollo de los trabajos de construcción.

El alcance de esta especificación comprende todos los trabajos de obra civil y montaje electromecánico de la subestación.



## CAPÍTULO 2. REQUISITOS AMBIENTALES

### 2.1 REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las *Especificaciones ambientales de construcción de subestaciones* que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

#### 2.1.1 Condicionados de los organismos de la Administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

#### 2.1.2 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

#### 2.1.3 Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

#### 2.1.4 Campamento de obra

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

#### 2.1.5 Gestión de residuos

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

- **Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.** Incluido como anexo al presente documento.



- **Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.** Entregado por el contratista, aprobado por la dirección facultativa y aceptado por el Departamento de Medio Ambiente de RED ELÉCTRICA.

### 2.1.6 Incidentes con consecuencias ambientales

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

## 2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL

### Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

## 2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECÁNICO

### 2.3.1 Llenado de equipos con aceite

Cuando se llenan de aceite las máquinas de potencia se tomarán las máximas precauciones para evitar posibles accidentes con consecuencias medioambientales.

No se comenzará el llenado de equipos hasta que no estén operativos los fosos de recogida de aceite.

Como complemento y para evitar un accidente, debajo de todos los empalmes de tubos utilizados en la maniobra se deberán situar recipientes preparados para la recogida de posibles pérdidas, con el tamaño suficiente para evitar vertidos al suelo.

### 2.3.2 Llenado de equipos con SF<sub>6</sub>

El llenado de equipos con SF<sub>6</sub> se llevará a cabo por personal especializado, evitándose así fugas de gas a la atmósfera. Las botellas de SF<sub>6</sub> (vacías y con SF<sub>6</sub> que no se ha utilizado en el llenado) serán retiradas por el proveedor para garantizar la adecuada gestión de las mismas.

## 2.4 ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la subestación, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.



Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.



## CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DE DEMOLICIÓN

### 3.1 ANTECEDENTES

#### 3.1.1 Objeto

El presente *Estudio de residuos* se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para minimizar la generación de residuos, segregar y almacenar correctamente los residuos generados y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El *Estudio* se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la *Producción y gestión de los residuos de construcción y demolición* y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho R.D.

#### 3.1.2 Situación y descripción general del proyecto

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el capítulo 2 del documento 1: *Memoria* del presente Proyecto de Ejecución.

#### 3.1.3 Descripción general de los trabajos

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Realización de acopios, campamento de obra e instalación de medios auxiliares.
- Movimiento de tierras: excavaciones (cimentaciones), movimientos y traslados de tierras.
- Obra civil: cimentaciones, hormigonados, drenajes etc.
- Montaje electromecánico: aparamenta eléctrica, servicios auxiliares etc.
- Limpieza de obra y restauración.
- Actividades auxiliares (oficina).

### 3.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos):

Tipo residuo	Código LER
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	
Excedentes de excavación	170101
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301



Tipo residuo	Código LER
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
RESIDUOS PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

Es necesario aclarar que, en el *Plan de gestión residuos* (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo la estimación de cantidades, que se incluye en la tabla siguiente, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

Tipo de residuo	Código	Unidad	O.C.	MONTAJE	TOTAL
			1.462	0	
			6	0	6
Excedentes de excavación(*)	170101	m <sup>3</sup>			
Restos de hormigón	170101	m <sup>3</sup>			
Lodos fosas sépticas	200304	kg	16	120	136
Papel y cartón	200101	kg	650	1.500	2.150
Maderas	170201	kg	23	120	143
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	114	1.800	1.914
Chatarras metálicas	170405	kg	26	135	161
	170407				
	170401				
	170402				
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	6	135	141
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si se segregan)	150102	k	5	6	11
	150104				
	150105				
	150106				
Trapos impregnados	150202*	kg	4	0	4
Tierras contaminadas	170503*	m <sup>3</sup>	7	24	31
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110* 150111*	kg	0	0	0
Aceites usados	13020__*	l	1.462	0	1.462
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	6	0	6



(\*) La cantidad estimada se corresponde con los excedentes de excavación que no está previsto reutilizar en la propia obra.

### 3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

#### Trabajos de construcción:

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- **Cerámicas mortero y hormigón:**
  - Reutilización, en la medida de lo posible en la propia obra: rellenos.
- **Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:**
  - Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
  - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
  - Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido (ej. Botellas de SF<sub>6</sub> vacías o medio llenas).
  - Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.
- **Residuos metálicos:**
  - Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado
- **Aceites y grasas:**
  - Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
  - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
  - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.
- **Tierras contaminadas**

Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:

- Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles.
- Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
- Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.
- Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los



fosos de recogida de aceite. Colocar recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.

- Buenas prácticas en los trasiegos.

### 3.4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

- **Segregación**

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

En el campamento de obra, se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

- **Almacenamiento:**

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, éstos serán almacenados de forma separada en el lugar de trabajo, según vaya a ser su gestión final, como se ha indicado en el punto anterior.

Par las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 833/1988 y Ley 22/2011, de 28 de julio), con etiquetas o carteles resistentes a las

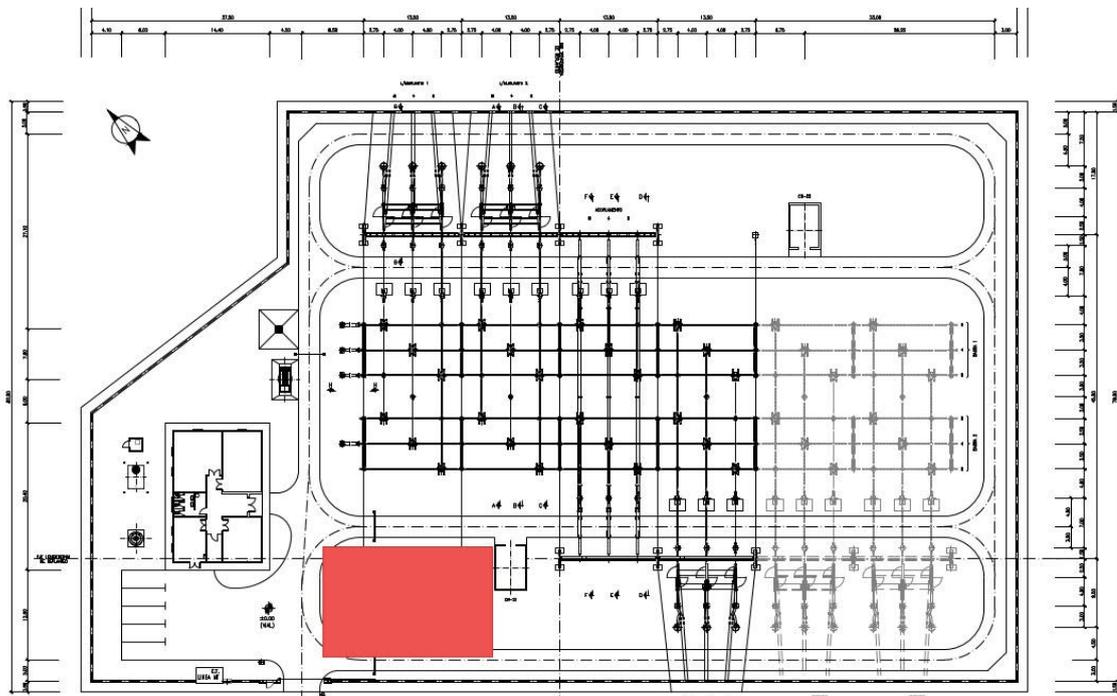


distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento

- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales.
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas...), papeles (sacos de mortero...) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Además de las zonas definidas, el campamento de obra deberá disponer de uno o más contenedores, con su correspondiente tapadera (para evitar la entrada del agua de lluvia) para los residuos sólidos urbanos (restos de comidas, envases de bebidas, etc.) que generen las personas que trabajan en la obra. Estos contenedores deberán estar claramente identificados, de forma que todo el personal de la obra sepa donde se almacena cada tipo de residuo.

En el croquis siguiente se muestran las zonas destinadas al almacenamiento de residuos. Estas zonas podrán ser redefinidas por el contratista que reflejará los cambios en el correspondiente Plan de residuos. Además, en dicho plan se incluirá la descripción de los distintos contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.





### 3.5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

- **Residuos no peligrosos**

- **RSU:** Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
- **Excedentes de excavación, escombros, y excedentes de hormigón:** como ya se ha comentado se tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.
- **Chatarra:** se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

- **Residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el *Plan de gestión de residuos de construcción* se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de "Gestión de residuos generados en las obras de construcción" (Modelo A012, que se reproduce seguidamente). Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de control y seguimiento (residuos peligrosos).



- Notificaciones de traslado (residuos peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.



**A012 · Gestión de residuos generados en las obras de construcción**

05.10.05

ed.02

Fecha:

Año:	Proyecto:	Instalación:	Actividad:	Hoja de
------	-----------	--------------	------------	---------

Tipo de Residuo	Fecha (o periodo) de Generación	Cantidad Generada (1)	Tipo de Gestión (2)	Fecha de Gestión	Observaciones
<b>NO PELIGROSOS:</b>					
- ESCOMBROS			VERTEDERO AUTORIZADO		
- EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN					
- RSU: restos de comida, plásticos...			CONTENEDOR MUNICIPAL		
- PAPEL Y CARTÓN					
- MADERAS					
- PLÁSTICOS					
- CHATARRAS					
- OTROS					
<b>PELIGROSOS:</b>					
- ACEITES USADOS					
- TRAJOS IMPREGNADOS CON GRASAS, DISOLVENTES, ETC.					
- ENVASES QUE HAN CONTENIDO SUSTANCIAS PELIGROSAS (Ver pictograma)					
- TIERRAS CONTAMINADAS					
OTROS					

Responsable del registro:

/ /

(1) Para que la cuantificación en todo Red Eléctrica resulte más sencilla, se proponen las siguientes unidades a utilizar:

Restos vegetales	kg	Excedentes de excavación	m <sup>3</sup>	Escombros	kg	Maderas	kg
Papel y cartón	kg	Chatarras	kg	Vidrio	kg	Envases de sust. peligrosas	Kg
Trajos impregnados	kg	Aceite usado	litros	Suelos contaminados con hidrocarburos	m <sup>3</sup>		

(2) especificar:

- Entrega a vertedero autorizado
- Entrega a particular
- Entrega a gestor autorizado
- Otro tipo de gestión (indicar cual)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202103118. Fecha Visado: 27/09/2021. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 89149541. No Colegiado: 11729. Colegiado: DAVID GONZÁLEZ JOUANNÉAU



### 3.6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En la tabla siguiente se incluye una estimación de los costes de la gestión de los residuos. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

TIPO DE RESIDUO	CÓDIGO	UNIDAD	COSTE (EUROS)
Excedentes de excavación	170101	m <sup>3</sup>	3.946
Restos de hormigón	170101	m <sup>3</sup>	48
Lodos fosas sépticas	200304	m <sup>3</sup>	2
Papel y cartón	200101	kg	54
Maderas	170201	kg	8
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	11
Chatarras metálicas	170405 170407 170401 170402	kg	0
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	0
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102 150104 150105 150106	kg	12
Trapos impregnados	150202*	kg	482
Tierras contaminadas	170503*	m <sup>3</sup>	37
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110* 150111*	kg	0
Aceites usados (hidráulicos)	1302_*	kg	3.946
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	48
		<b>TOTAL</b>	<b>8.594</b>

Nota: los costes reflejados son costes estimados, dado que para su cálculo se han tomado precios de referencia. Los costes serán actualizados en el correspondiente plan de residuos, a entregar por el contratista.

Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
**DE ESPAÑA**

**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**

# **NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV**

**DOCUMENTO 2**

**ANEXO 2**

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**

**Dirección de Ingeniería y Construcción**  
**Dpto. Ingeniería de Subestaciones**

septiembre de 2021



## Índice

<b>CAPÍTULO 1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 CONTROL DE ACCESOS .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS .....</b>	<b>6</b>
<b>2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA.....</b>	<b>7</b>
2.5.1 Movimiento de tierras .....	7
2.5.2 Obra civil .....	7
2.5.3 Montaje de estructuras y equipos.....	8
<b>2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....</b>	<b>8</b>
2.6.1 Organización de la seguridad .....	10
2.6.2 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	10
2.6.3 Formación .....	11
2.6.4 Medicina preventiva .....	11
2.6.5 Medios de protección.....	11
<b>2.7 LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS .....</b>	<b>11</b>
<b>2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA .....</b>	<b>11</b>
2.8.1 Vías de evacuación .....	11
2.8.2 Iluminación .....	12
2.8.3 Ventilación .....	12
2.8.4 Ambientes nocivos y factores atmosféricos .....	13
2.8.5 Detección y lucha contra incendios .....	13
2.8.6 Primeros auxilios.....	13
<b>2.9 PLAN DE SEGURIDAD .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 3. PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA .....</b>	<b>14</b>



## CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD..... 15



## CAPÍTULO 1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece las medidas de Seguridad que deben adoptarse en los trabajos de obra civil y montaje electromecánico a realizar en la nueva subestación TIERRA ESTELLA 220 kV. Facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales medidas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El presente Estudio tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la obra.

Este Estudio se incluye como anexo a todos los contratos firmados entre Red Eléctrica de España, S. A. (en adelante, RED ELÉCTRICA) y las empresas contratistas que intervengan en la obra.

La empresa contratista quedará obligada a elaborar un Plan de seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

RED ELÉCTRICA se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de seguridad que se apruebe.



## CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### 2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La subestación de TIERRA ESTELLA 220 kV está situada en el término municipal de Villatuerta, provincia de Navarra, Navarra.

La ubicación queda reflejada en el plano de situación geográfica del documento Planos del presente proyecto.

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología convencional con aislamiento en aire.

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar ..... 440 m
- Temperaturas extremas ..... + 40º C/-15º C
- Contaminación ambiental..... Bajo
- Nivel de niebla ..... Bajo

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se ha considerado viento horizontal con velocidad de 140 km/h.

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

- El movimiento de tierras de la subestación.
- Los drenajes y accesos a la plataforma.
- Las cimentaciones de las estructuras metálicas de soporte de la aparamenta.
- Se construirán canales cables de reducida profundidad que unirán el parque con el edificio de control y las casetas de relés.
- Montaje de las estructuras metálicas de soportes de aparamenta.
- Montaje de la aparamenta correspondientes a las calles equipadas y a sus embarrados de conexión.
- Montaje de embarrados principales y embarrado altos.
- Se modificarán los Sistemas de Control, Telecomunicaciones, Protección y Medida, instalando los BR's en sus casetas de relés.
- Se ampliarán los servicios de c.a y c.c. de Servicios Auxiliares,
- Será modificada la red de tierras, así como a la instalación de fuerza y alumbrado.

La disposición física de los elementos del parque responde a lo normalizado por RED ELÉCTRICA para instalaciones de 220 kV, cuyas características principales son:

- Entre ejes de aparellaje ..... 4.000 mm
- Entre ejes de conductores tendidos ..... 4.000 mm
- Anchura de posiciones..... 13.500 mm
- Altura de embarrados de interconexión entre aparatos.... 6.000 mm
- Altura de embarrados altos ..... 10.500 mm
- Altura de embarrados tendidos altos ..... 14.950 mm



## 2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

La obra adjudicada a contratistas se estima en los siguientes valores

Actividad contratada	Presupuesto (K€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Obra civil del parque	134	60	11,0
Montaje de la estructura	2,5	30	2,0
Montaje de la apartamenta	49	50	9,0
Montaje en b.t.	2,5	30	2,0
Presupuesto adjudicado	<b>188</b> Kilo Euros		
Volumen mano de obra estimada	<b>170</b> Jornadas - hombre		
Punta de trabajadores	<b>8</b> Trabajadores		

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para *Obras de construcción o ingeniería civil*, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450 k€.
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas – hombre.
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores.

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

## 2.3 CONTROL DE ACCESOS

Dado que la situación de la subestación está alejada de núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra es improbable. A pesar de ello, la parcela se encuentra vallada, por lo que no procede ninguna actuación en este campo.

En el portón de acceso se dispondrán señales informativas de riesgo.

## 2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los trabajos de Obra Civil no estarán interferidos en su mayor parte con ningún otro, al tratarse de una nueva subestación y no haber elementos previamente en servicio o tensión.



## 2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

### 2.5.1 Movimiento de tierras

Consiste en preparar el terreno a fin de disponerlo en condiciones para ubicar los elementos componentes de la subestación.

Básicamente se utilizará maquinaria pesada de explanación y retirada de tierras.

- **Acopio**

Los materiales y equipos a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos.

Se almacenarán en la campa situada en la propia subestación, en ubicación estable, apartado de las posiciones en construcción y donde no interfiera en el desarrollo posterior de los trabajos.

- **Drenajes y saneamientos**

La red cubrirá el parque de 220kV. Se realizará con tubo drenante en distribución que no produzca un efluente masivo. La zanja principal alcanzará en su punto más bajo una profundidad que se estima en 1,5 m.

### 2.5.2 Obra civil

Consiste en la realización de viales, cimentaciones, canales de cables y drenajes, así como todas las edificaciones requeridas y descritas en los apartados siguientes.

Se dispondrá de campa de almacenaje de materiales de construcción en zona que no interfiera a los restantes trabajos y a las vías de circulación de vehículos.

La preparación de armaduras de encofrados se ubicará fuera las zonas de paso.

- **Cimentaciones de soportes**

Las cimentaciones para la reactancia y estructuras soportantes de la nueva aparamenta se realizarán en dados de hormigón armado.

- **Canales de cables**

Se diseñan para proteger los cables de control y fuerza en su recorrido desde los mandos de cada equipo a las casetas de relés y desde estas últimas hasta el edificio de control. Los canales de cables serán prefabricados de hormigón.

- **Edificio de control**

El edificio de control, de elementos prefabricados de hormigón armado, estará ejecutado con paneles tipo sándwich. Dispondrá de sala de control y comunicaciones, sala de servicios auxiliares y aseos.

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

Los paneles serán de 20 cm de grueso, de hormigón armado, con malla doble de acero electrosoldada. En los paneles que se precise se dejarán los huecos necesarios para puertas, entrada de cables, aire acondicionado, etc., y se armarán convenientemente. La cubierta será plana y se resolverá del siguiente modo: sobre el forjado de piezas prefabricadas de placa alveolar pretensada con capa de compresión, se dispondrá una capa aislante de poliestireno extrusionado, y sobre ella, el resto de los elementos que conforman



la cubierta. Se dispondrá una capa de mortero ligero con perlita de espesor variable, armada con malla de gallinero, para evacuar el agua de lluvias y membrana impermeabilizante.

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.

En la solera de la sala de servicios auxiliares, en todo el perímetro, se construirá un canal para el paso de cables. Las salas de control y comunicaciones contarán con falso suelo. Para el paso de cables entre dependencias se dispondrán tubos en la solera.

### 2.5.3 Montaje de estructuras y equipos

En esta fase se instalarán los embarrados altos, las estructuras soportantes de los equipos, los propios equipos y los embarrados de conexión.

Se planificarán las actividades de montaje de forma que no interfieran entre sí y especialmente se cuidará que no afecten a las de obra civil que aún persistan.

Las estructuras metálicas y soportes de la aparamenta se construirán con perfiles normalizados de alma llena.

- **Trabajos de cableado y trabajos en baja tensión (b.t.)**

El tendido de cables de fuerza y control desde los equipos del parque a las casetas de relés se realizará manualmente siguiendo el trazado marcado por los canales.

El montaje de los equipos de control, protecciones, comunicaciones y medidas se realizará simultáneamente a los trabajos de cableado.

- **Puesta en servicio**

Se prevé que la puesta en servicio se realice por fases terminadas conectando eléctricamente la nueva posición / instalación a la red de transporte de electricidad.

Las calles y equipos puestos en servicio se delimitarán y se aislarán, de forma que permitan la ejecución de las posteriores fases de trabajo.

## 2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las empresas adjudicatarias de las obras han de considerar que la evaluación de los riesgos asociados a cada una de las actividades de construcción de subestaciones supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, a las máquinas y equipos que se manejen, a las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y control del trabajo que cada empresa tiene establecidas, lo que influye en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

Por ello las empresas contratistas adjudicatarias de los trabajos deben disponer de una evaluación de riesgos genérica concerniente a sus trabajos.

No obstante, se prevé que los riesgos que se pueden presentar son:



<b>Situaciones pormenorizadas de riesgo</b>	
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos, por existencia de vertidos o líquidos, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, desde andamios y plataformas temporales, desniveles, huecos, zanjas, taludes, desde estructuras pórticos.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas o de elementos manipulados con aparatos elevadores.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos, desplome de muros o hundimiento de zanjas o galerías
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos, contra objetos móviles, golpes por herramientas manuales y eléctricas.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, choques y golpes entre vehículos, vuelco de vehículos y caída de cargas
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, portátiles eléctricas. Atrapamientos por mecanismos en movimiento.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles eléctricas o manuales y cortes por objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos térmicos	Contactos con fluidos o sustancias calientes / fríos. Contacto con proyecciones.
Contactos químicos	Contacto con sustancias corrosivas, irritantes/ alergizantes u otras.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones o radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar, tirar de objetos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición, proyecciones de chispas o partículas calientes.
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Dificultades para rescate.
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico.
Agresión de animales	Picadura de insectos, ataque de perros o agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío Cambios bruscos de temperatura.



### Situaciones pormenorizadas de riesgo

Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación ultravioleta, infrarroja o visible.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) o dinámica (actividad física). Condiciones climáticas exteriores.
Carga mental	Distribución de tiempos. Horario de trabajo

## 2.6.1 Organización de la seguridad

### • Coordinador en materia de seguridad y salud

Las tareas de obra civil y montaje electromecánico si bien estarán programadas en su mayor parte en periodos distintos, pueden que en algún momento interfieran entre sí, por lo que si así fuera sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, RED ELÉCTRICA en su calidad de promotor procederá a nombrar coordinador en materia de seguridad.

### • Jefes de trabajo de las empresas contratistas

Las personas que ejerzan in situ las funciones de jefe de trabajo, dirigiendo y planificando las actividades de los operarios, garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

### • Vigilante de seguridad de la empresa contratista

La empresa contratista reflejará en el Plan de seguridad el nombre de una persona de su organización que actuará como su vigilante de seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, con formación en temas de seguridad (cursillo, prueba, etc.) o con suficiente experiencia para desarrollar este cometido.

Quien actúe como jefe de obra organizará la labor del vigilante y pondrá a su disposición los medios necesarios para que pueda desarrollar las funciones preventivas.

## 2.6.2 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y en particular:

- Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.
- Dar las debidas instrucciones a los empleados.
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el contratista.



### 2.6.3 Formación

El personal de la empresa contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en seguridad. No obstante, en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar

La empresa contratista garantizará que el personal de sus empresas subcontratadas será informado del contenido del Plan de seguridad.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado o cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001.

### 2.6.4 Medicina preventiva

La empresa contratista queda obligada a aportar a la obra trabajadores con reconocimiento médico realizado. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la empresa contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento RED ELÉCTRICA podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

### 2.6.5 Medios de protección

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*.

## 2.7 LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo* y particularmente en su Anexo V, el contratista dispondrá de los locales y servicios higiénicos necesarios

Si se utilizasen instalaciones permanentes existentes en la instalación, no será preciso dotar a la obra de instalaciones temporales. Esta circunstancia será reflejada en el Plan de Seguridad.

## 2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

### 2.8.1 Vías de evacuación

Dadas las características de la obra, trabajos en exterior, casetas y edificios de pequeñas dimensiones no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.



Si en la construcción del edificio de control estima la presencia de más de 20 trabajadores, se realizará un plano con las distintas vías de evacuación que serán definidas teniendo en cuenta el número de los posibles usuarios, que deberá instalarse en un lugar visible a la entrada del edificio. Además, se instalará señalización indicando las diferentes vías de emergencia con la mayor prontitud posible.

Cuando sea necesario, la decisión de la evacuación del lugar trabajo será tomada por el coordinador de seguridad, y en el caso de que no esté presente, del supervisor de RED ELÉCTRICA. Siendo el punto de reunión el portón principal de entrada a la subestación.

Dado el limitado número de personas que se prevén van a coincidir en la obra y la no existencia de recintos cerrados no se considera necesario establecer equipos de evacuación ni realizar simulacros al respecto.

### 2.8.2 Iluminación

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

En el caso, que se realicen trabajos en horario nocturno, se instalará un sistema de alumbrado adecuado al trabajo que se va a realizar y que incluirá las vías de acceso los puntos de trabajo. Complementando al sistema de alumbrado se dispondrá de una alternativa de emergencia de suficiente intensidad (linternas o cualquier otro sistema portátil o fijo).

- **Instalaciones de suministro y reparto de energía**

Se instalará un grupo electrógeno para el suministro de la energía eléctrica.

El suministro eléctrico se tomará de la red existente

Las instalaciones de suministro y reparto de energía en la obra deberán instalarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Cuando se trate de instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

### 2.8.3 Ventilación

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra.

En los trabajos en galerías, centros subterráneos, etc. Previo al acceso al recinto y durante su permanencia en el mismo, se procederá a las determinaciones higiénicas oportunas de la atmósfera confinada que permitan conocer si los valores de oxígeno son suficientes o si los niveles de contaminantes tóxicos o inflamables están por encima de los niveles máximos permitidos.

Los trabajos a realizar en este tipo de recintos deberán en todo momento tener vigilancia desde el exterior, con una comunicación continua entre los trabajadores que permanezcan en el interior y exterior del recinto confinado. Tomándose todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

Dado que será necesario utilizar herramientas o máquinas que producen gases o vapores que reducen de forma peligrosa la concentración de oxígeno (<18%), y no está asegurada una buena renovación del aire existente en el lugar de trabajo, se instalará un sistema de ventilación de aire limpio.



Al preverse la existencia de contaminantes inflamables, las herramientas a utilizar serán compatibles con el riesgo detectado (herramientas antideflagrantes).

#### 2.8.4 Ambientes nocivos y factores atmosféricos

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo, ...), sin la protección adecuada.

#### 2.8.5 Detección y lucha contra incendios

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitararlo se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza.

La obra dispondrá de extintores la cantidad suficiente. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

No existirán bocas de extinción de incendios al no disponer el recinto de acometida de aguas.

El sistema de detección de incendios en casetas y edificio se instalará en cuanto el avance de la obra lo permita.

#### 2.8.6 Primeros auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el **112**. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La empresa contratista dispondrá de un botiquín de obra para prestar primero auxilios. Se podrá hacer uso de los medios de primeros auxilios (camilla, elementos de cura, etc.) que exista en la subestación. Asimismo, deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El contratista expondrá, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección de los centros de asistencia más próximos.

### 2.9 PLAN DE SEGURIDAD

El Plan de Seguridad que elabore la empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos, debe ser un documento ajustado a las situaciones de riesgos previsibles en la obra.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del jefe de trabajo y del coordinador de seguridad.



## CAPÍTULO 3. PLIEGO DE CONDICIONES

### 3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 54/03 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/97 de 24 de octubre sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 171/04 de 30 enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 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.

### 3.2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA

La ejecución de la Obra queda igualmente condicionada por la normativa de RED ELÉCTRICA que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la obra.

- TM-001. Organización de la seguridad en los trabajos en instalaciones de AT.
- IM-002. Medidas de seguridad en instalaciones de AT. para trabajos sin tensión.
- IM-013. Medidas de seguridad en trabajos en instalaciones de BT.
- AM-004. Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas.
- AM-005. Trabajos de manutención manual y mecánica.
- IC-003. Subcontratación por proveedores de RED ELÉCTRICA a terceros.



## CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

<b>Sub TIERRA ESTELLA (NUEVA)</b>					
Duración del trabajo: (meses)		24			
Operarios previstos:		8			
<b>Material de asignación personal</b>					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Unidades equiv.	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Casco de protección	2	32	5,11	164
2	Botas de seguridad	4	64	46,58	2.981
3	Botas de agua.	2	32	38,43	1.230
4	Guantes de trabajo.	36	576	4,38	2.523
5	Arnés de cintura o completo	0,5	8	146,12	1.169
6	Dispositivos anticaída y compl.	0,5	8	90,29	722
7	Trajes impermeables.	2	32	28,33	907
8	Gafas antiimpactos.	6	96	4,78	459
9	Pantalla de protección facial	2	32	9,44	302
10	Pantallas y gafas para soldadura	1	16	7,81	125
11	Mandiles, polaina, guantes soldadura	1	16	26,38	422
12	Ropa de trabajo	2	32	69,20	2.214
				<b>Coste Parcial</b>	<b>13.218</b>
<b>Material de asignación colectiva</b>					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Unidades equivalentes	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Cuerda 100m Línea de Seguridad	4	8	107,94	864
2	Complementos uso Lín. Seg.	10	20	120,05	2.401
3	Malla perforada de delimitación	1.000	2000	0,49	980
4	Cinta o cadena de delimitación	1000	2000	0,04	80
5	Señales de obligación e informativas	60	120	3,01	361
6	Botiquín primeros auxilios	2	4	18,06	72
7	Tablero o camilla evac. accidentados	1	2	253,80	508
8	Extintores	4	8	30,80	246
				<b>Coste Parcial</b>	<b>5.512</b>
<b>Formación + Medicina preventiva</b>					
Nº de orden	Concepto		Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios		8	34,00	272
2	Reconocimientos médicos		8	30,50	244
				<b>Coste Parcial</b>	<b>516</b>
				<b>Total</b>	<b>19.246</b>

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de **DIECINUEVE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS.**



Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV

DOCUMENTO 3

PLANOS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**  
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

septiembre de 2021



## ÍNDICE DE PLANOS

1. Situación y emplazamiento

2. Esquema unifilar simplificado. Parque de 220

3. Implantación general

4. Planta general

5. Secciones generales. Parque de 220

6. Planta fundaciones y canales

7. Planta general de red de tierras

8. Edificio de control y Casetas de relés prefabricada

9. Relación de Bienes y Derechos

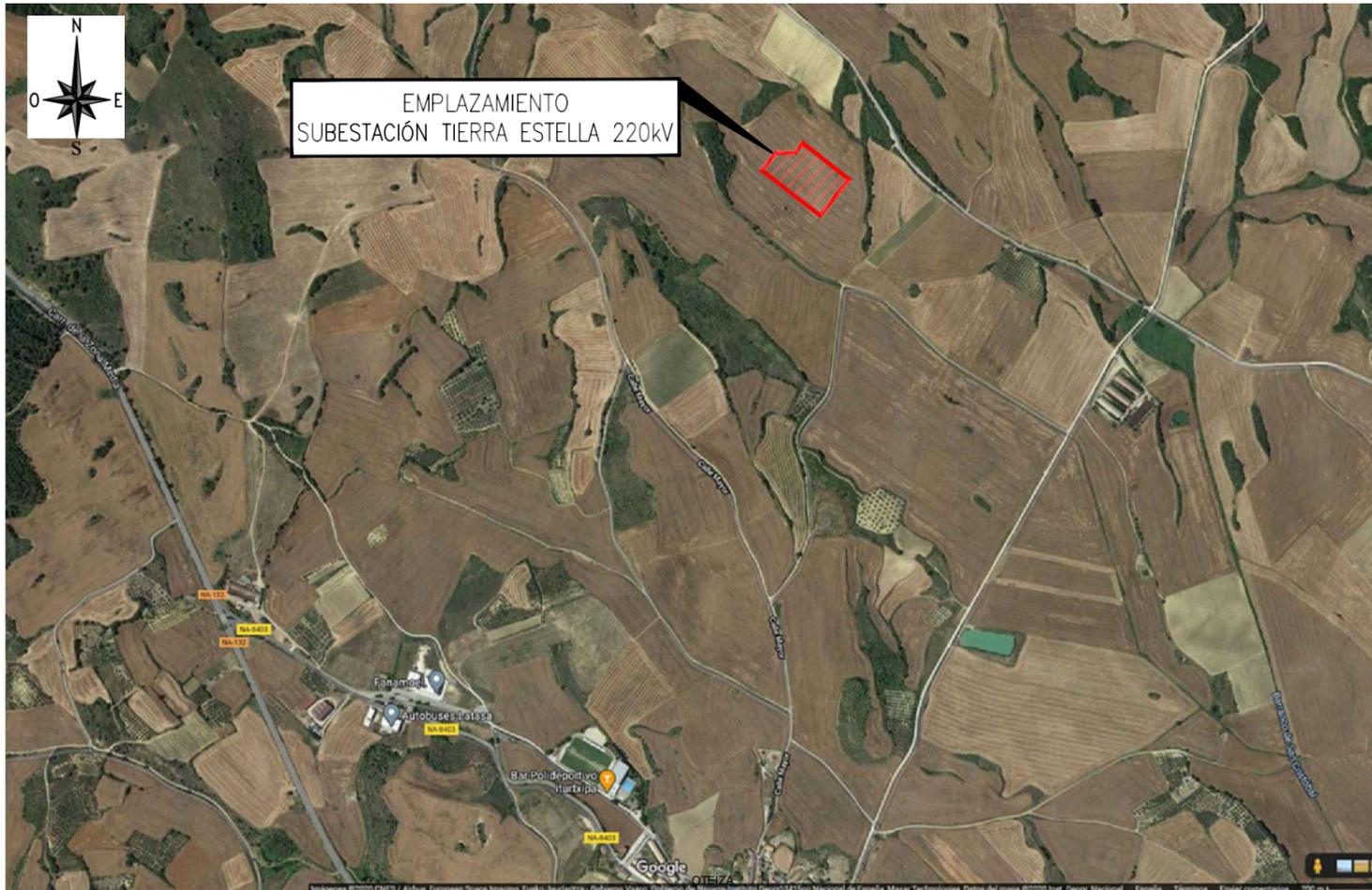
Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

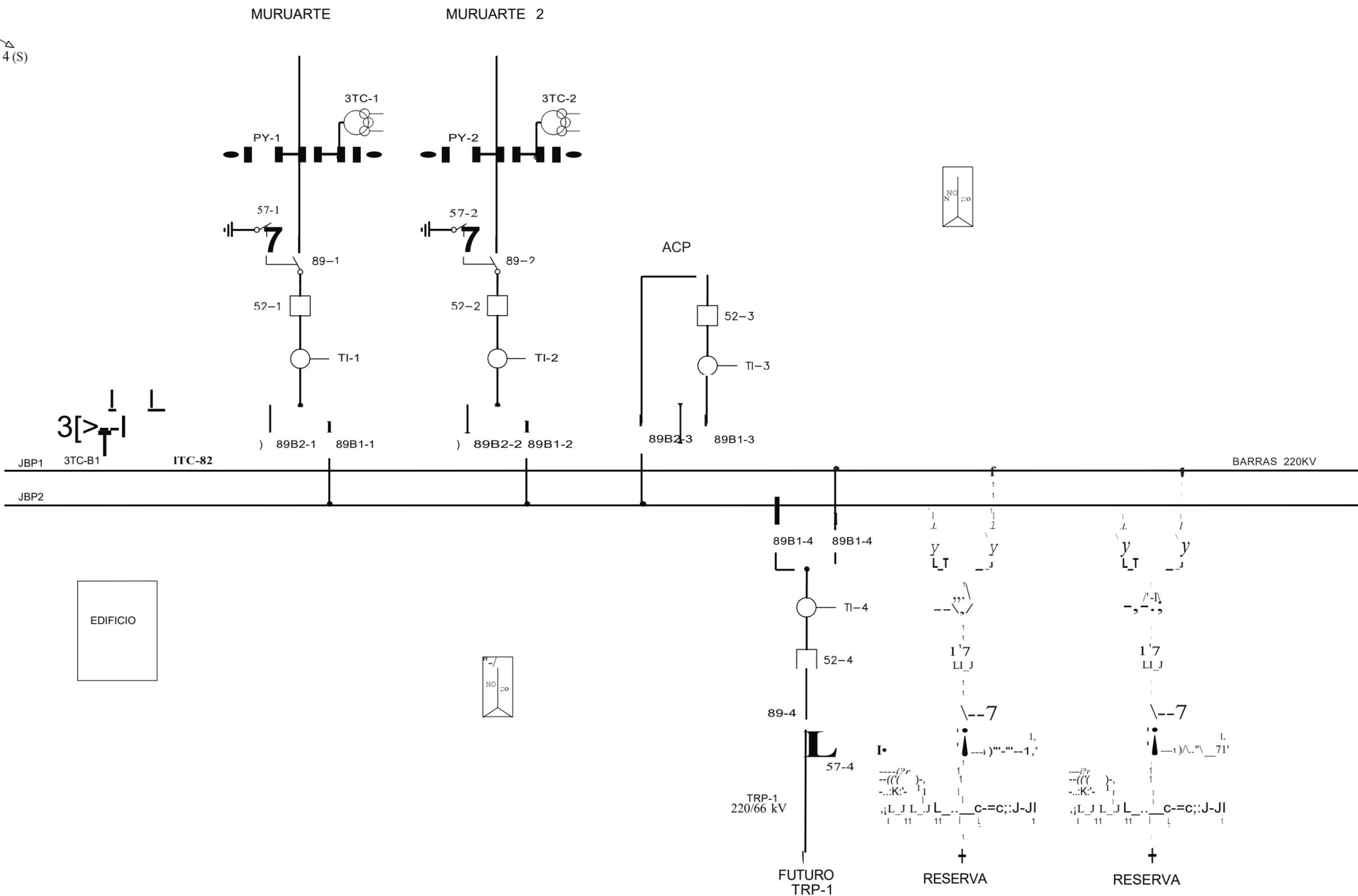
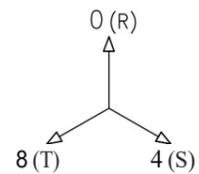
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



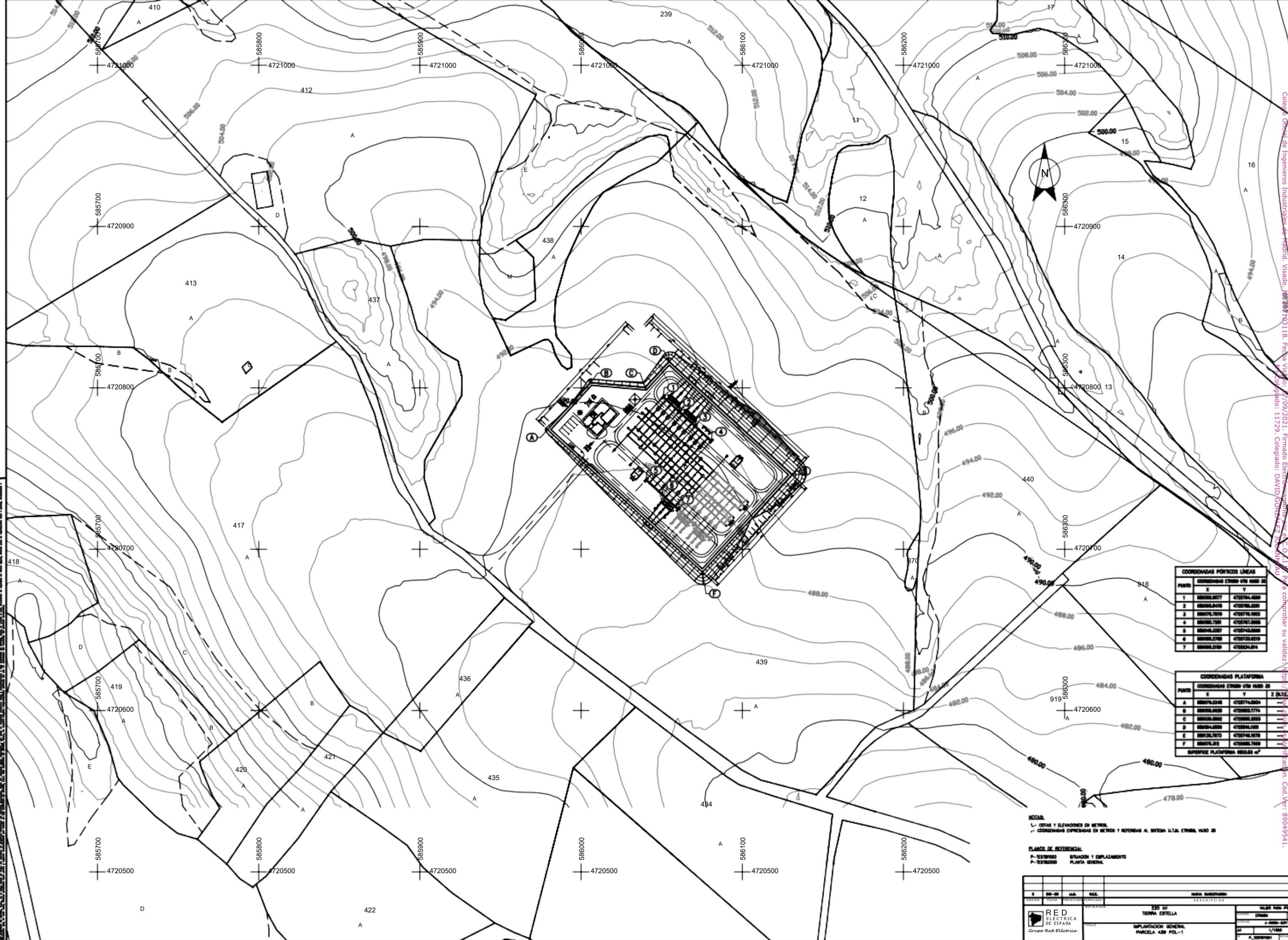
**LOCALIZACIÓN SE TIERRA ESTELLA, PARQUE DE 220kV (ETRS89):**  
 COORDENADAS: 1° 56' 52.53" W, 42° 38' 6.10" N.

0	DIC-20	I.A.S.	R.E.E.	NUEVA SUBESTACION			
EDICIÓN FECHA PROYECTADO VERIFICADO				DESCRIPCIÓN			
 Grupo Red Eléctrica				INSTALACIÓN			
				220 kV TIERRA ESTELLA			
TÍTULO SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO				VALIDO PARA PTA			
				COORD.	ETRS89	HUSO	30
				CODIGO		J-0609-S3178	
A3	1	SIN ESCALA	I-E1-@				
Nº		P-TESTB1000	HOJA				



0	DIC-20	I.A.S.	R.E.E.	NUEVA SUBSTACION	
EDICIÓN 1 FECHA IPROYECTA □ O VERIFICADO				DESCRIPCIÓN	
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Círculo de Ingenieros de España, E.U.C.F.I.E.				INSTALACIÓN 220 kV TIERRA ESTELLA	
TÍTULO ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO				VALIDO PARA PTA COORD. HUSO CODIGO J-0609-S3178 A3 S/E I-El-@- N° TESTA2000 HOJA	

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2021/03118, Fecha Visado: 27/09/2021, Firmado Electrónico: ingenieros.es, S.C.A. I.T. Para comprobar su validez: <http://www.colegioprof.com/verificarfirma>, Cod. Ver: 89049541.



COORDENADAS PÓRTICOS LÍNEAS		
PUNTO	X	Y
1	58600,077	472074,489
2	58600,049	472076,331
3	58600,709	472076,102
4	58600,739	472077,088
5	58600,307	472074,389
6	58600,338	472073,819
7	58600,338	472074,014

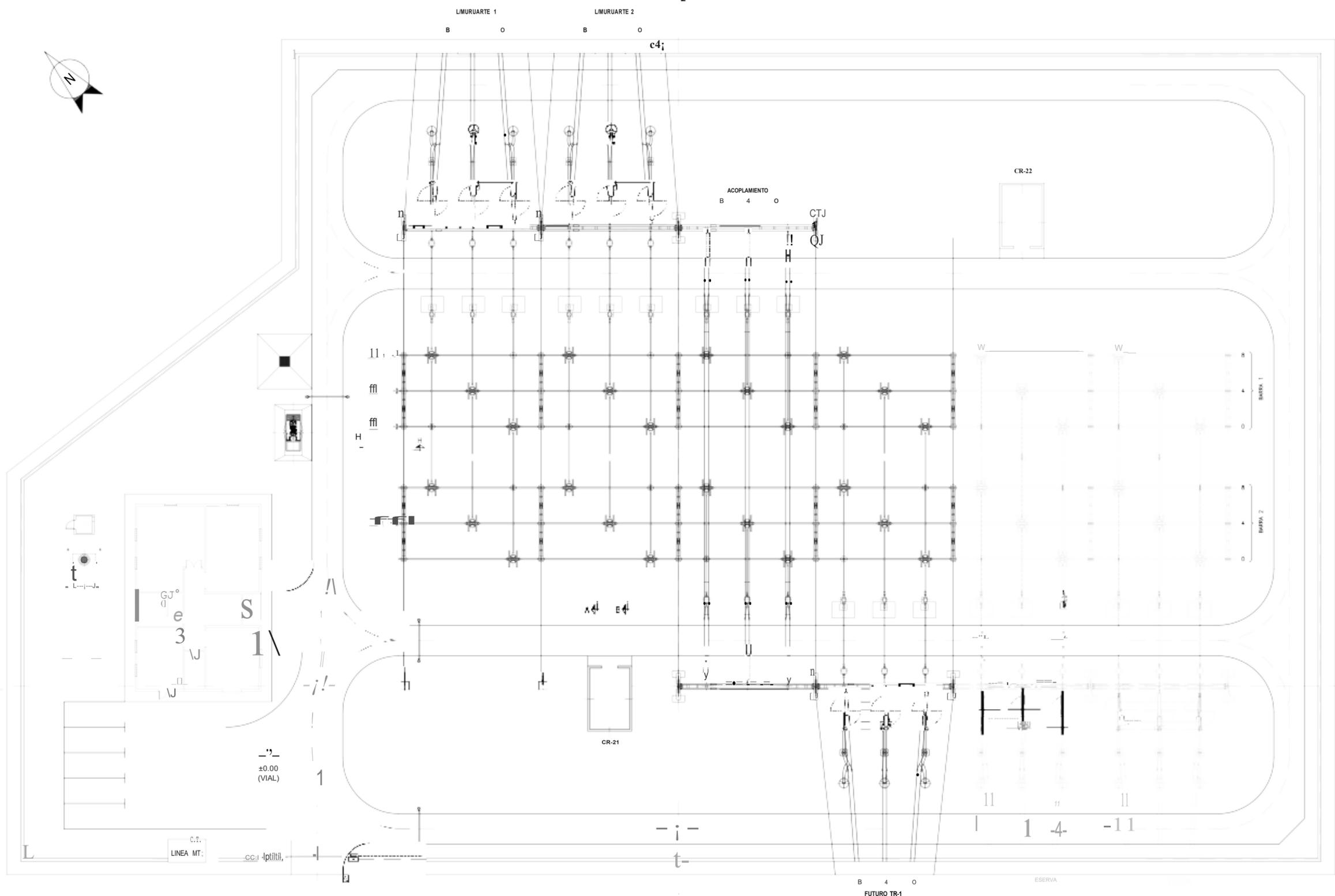
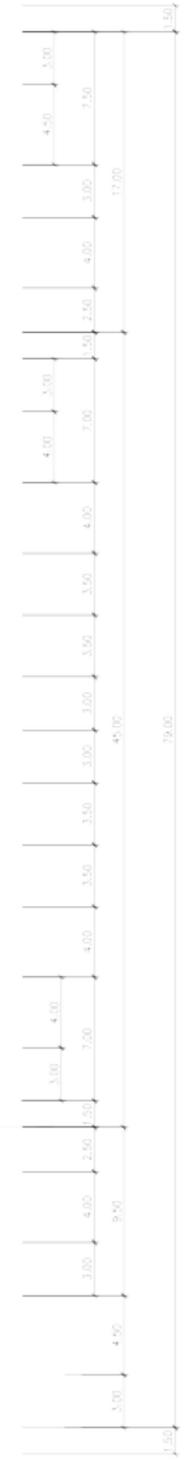
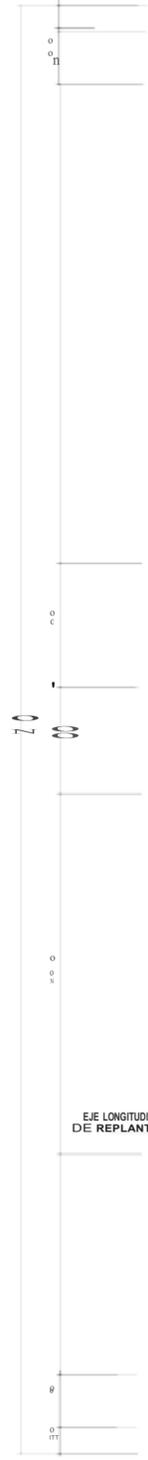
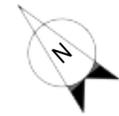
COORDENADAS PLATAFORMA			
PUNTO	X	Y	Z (ALT.)
A	58600,338	472074,084	—
B	58600,489	472073,776	—
C	58600,307	472074,338	—
D	58600,489	472074,191	—
E	58600,707	472074,179	—
F	58600,332	472074,709	—

SUPERFICIE PLATAFORMA 885,83 m<sup>2</sup>

**NOTAS:**  
 L- COTAS Y ELEVACIONES EN METROS.  
 - COORDENADAS EXPRESADAS EN METROS Y REFERIDAS AL SISTEMA U.T.M. ETERRA, HURO 20

**PLANO DE REFERENCIA:**  
 P- TERRENO SITUACION Y EMPLAZAMIENTO  
 P- TERRENO PLANTA GENERAL

		<b>336 W</b> <b>TIERRA ESTRELLA</b>		<b>VALOR PAGO P.V.</b> <b>ETERRA</b>	
<b>IMPLANTACION GENERAL</b> <b>PARCELA 439 POL-1</b>		<b>PROYECTO</b> <b>2-000-0219</b>		<b>FECHA</b> <b>1/1988</b>	



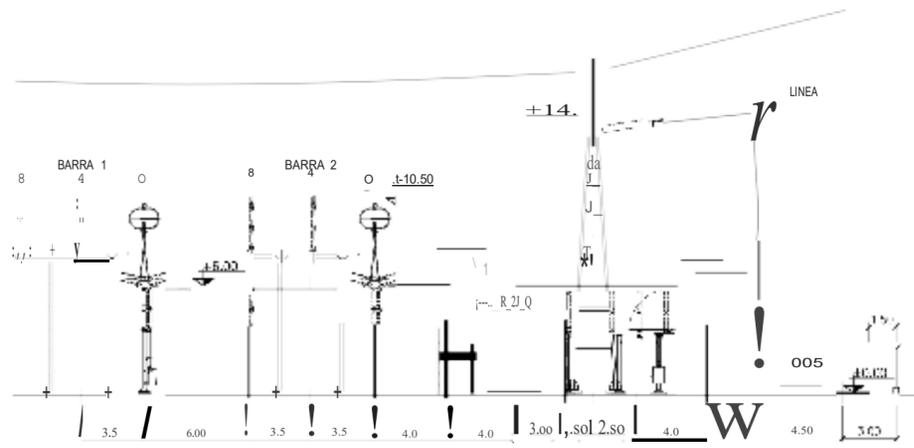
RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A. - Grupo Red Eléctrica. Proyecto: PLANTA GENERAL. Hoja: 1/20. Edición: 1.0. Fecha: 27/09/2021.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Madrid, 27/09/2021. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colegiomadrid.com/verificacion. Cód. Verif.: 89494941.

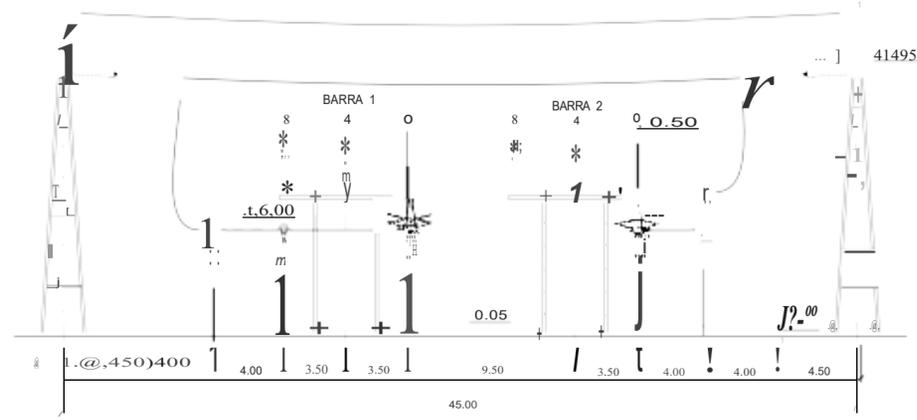
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	REVISADO	DESCRIPCIÓN
1	27/09/2021	J.A.S.	R.E.L.		INSTALACIÓN
					220 kV
					TIERRA ESTRELLA
					TRUJO
					PLANTA GENERAL

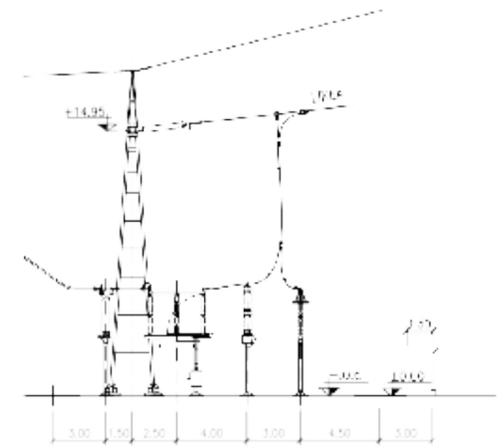
VALOR PARA P.I.A.	COORD.	HUBO
	4.9084 - 53.179	
Nº	1/20	
Nº	1/20	HOJA



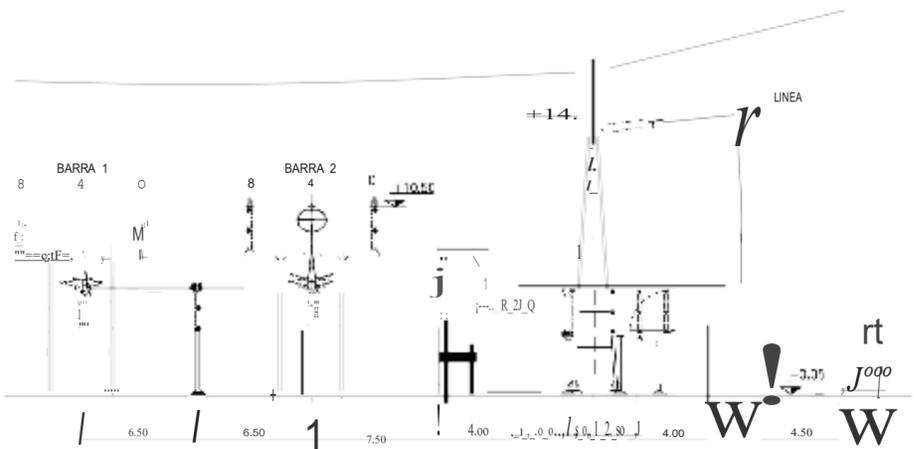
SECCION A-A  
FASE 0



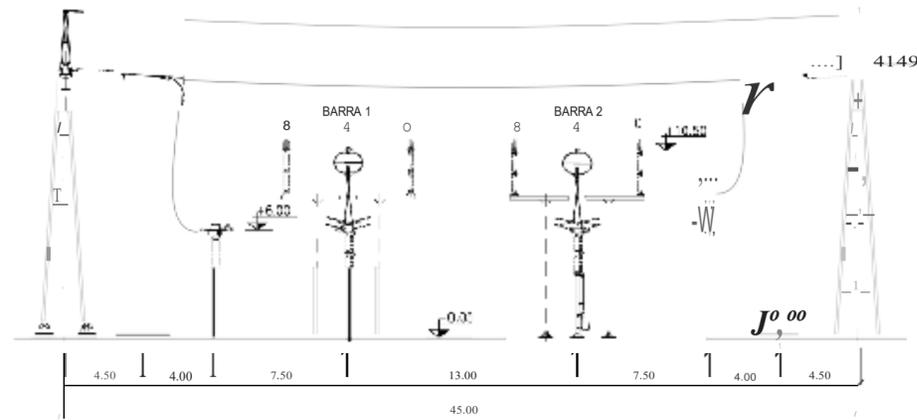
SECCION D-D  
FASE 0



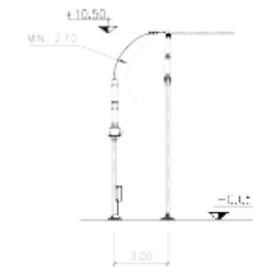
SECCION C-C



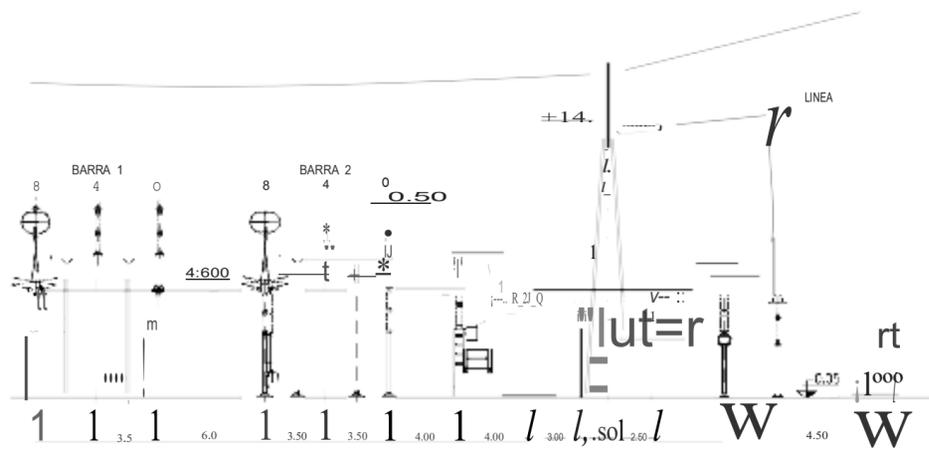
SECCION B-B  
FASE 4



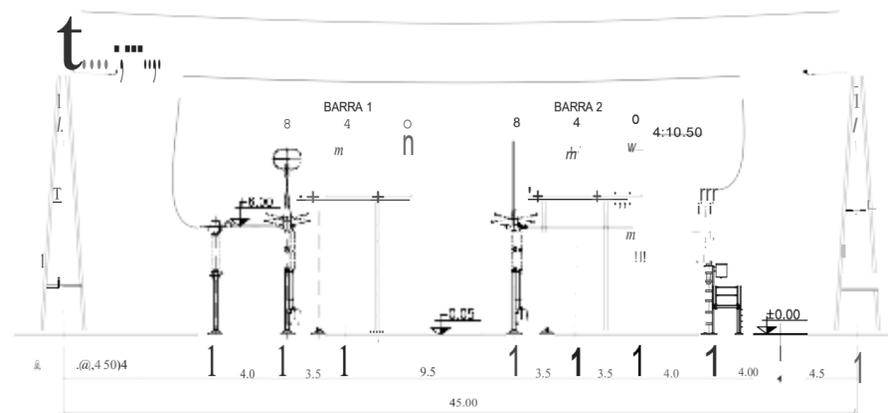
SECCION E-E  
FASE 4



SECCION H-H



SECCION e-e  
FASE 8



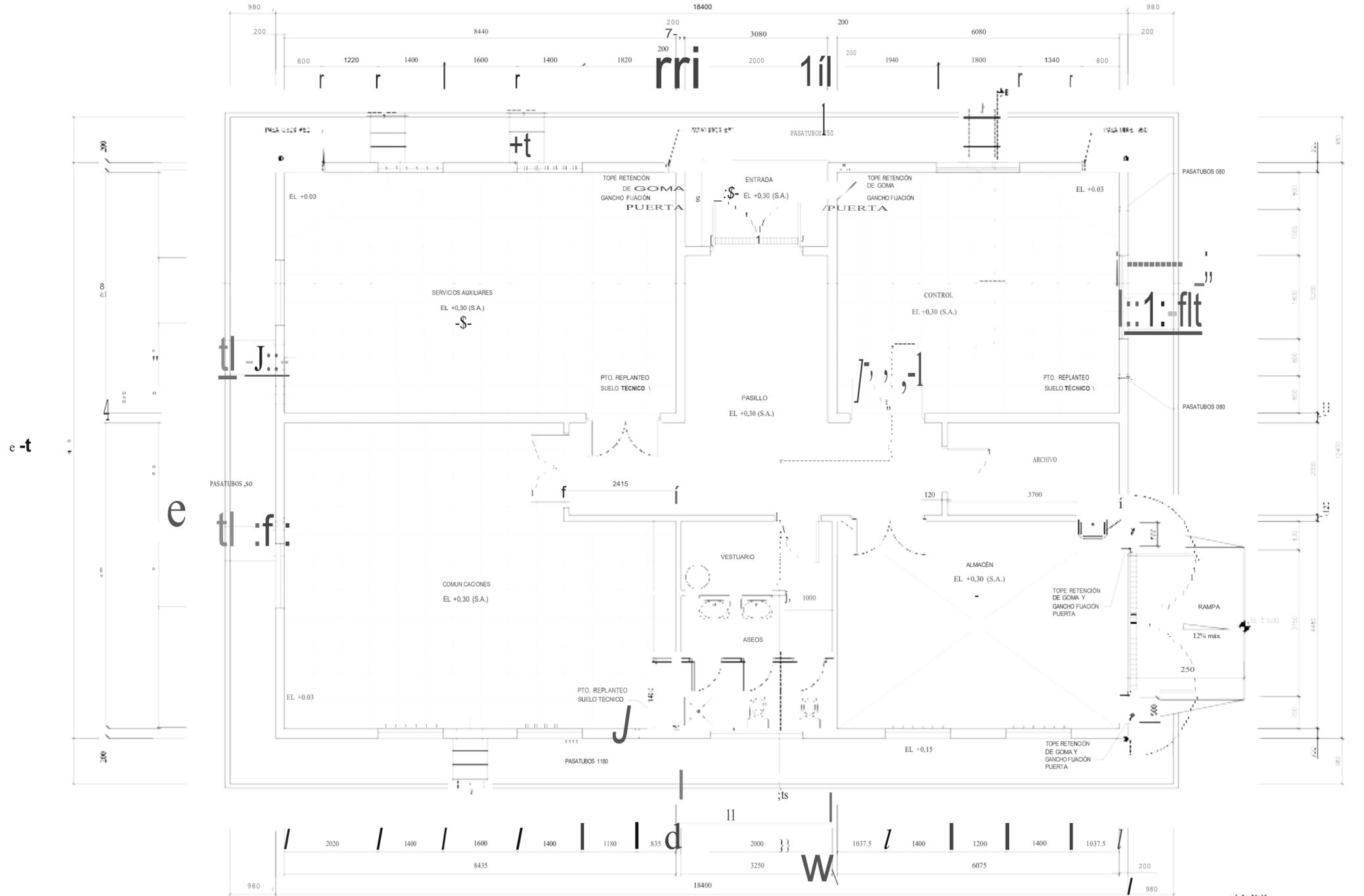
SECCION F-F  
FASE 8

PLANOS DE REFERENCIA:  
RES2000 PLANTA GENERAL

EDICION	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	FECHA	VERIFICADO	NOMBRE SUBSTANCION	DESCRIPCION	VALOR PARA PFA
1	10/2011	J.A.S.	R.J.S.			INSTALACION	220 kV TIERRA ESTRELLA	COORD. 4.3656-53.17
							TITULO	SECCIONES GENERALES
							Nº	4.1232001 HOJA

Campo Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, nº 20210118, Fecha Madrid: 27/09/2021, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.I.M., Para consultar su validez: https://www.com.san.es/verificador, Cálculo: 8949451, Nº Colección: 11/79, Colección: campo oficial de ingenieros industriales de madrid





**LEYENDA**

- SA Suelo acabado
- EL Elevación

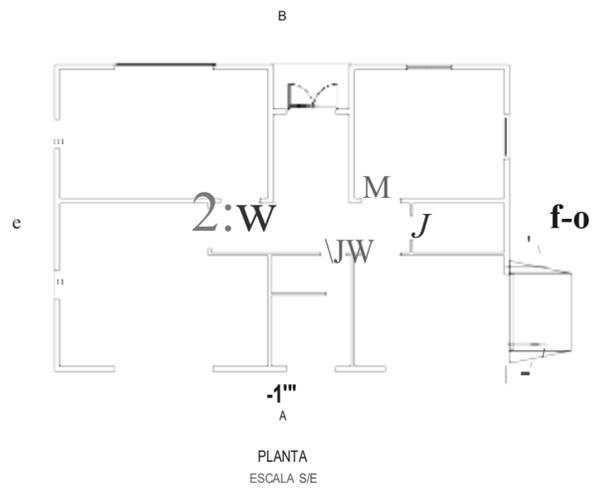
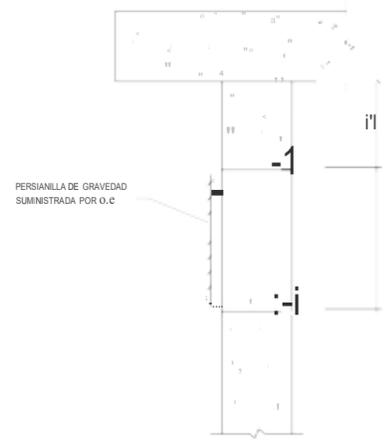
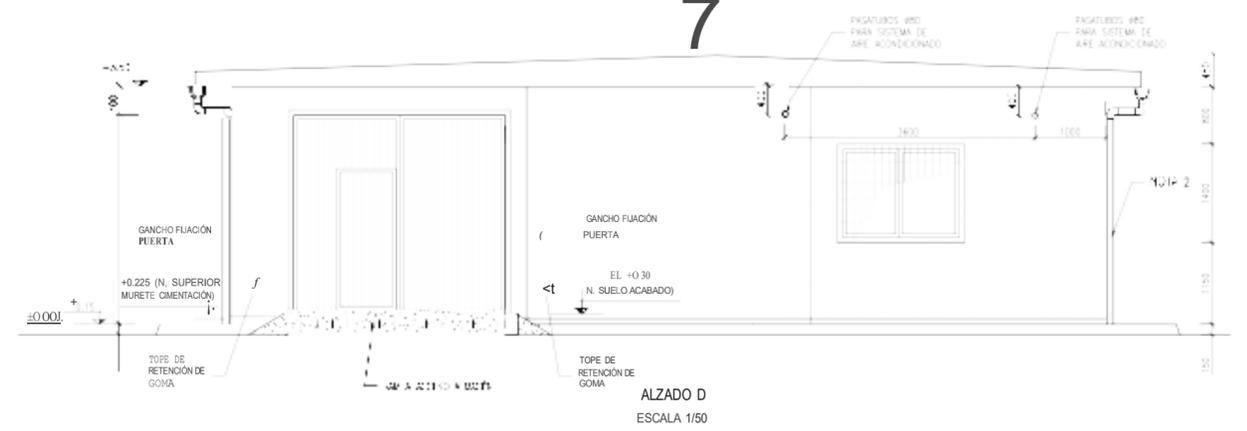
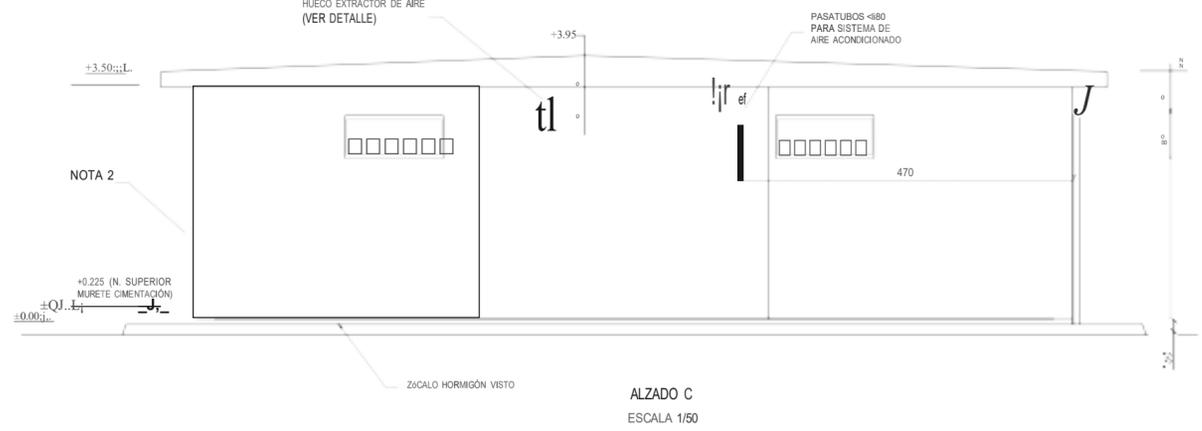
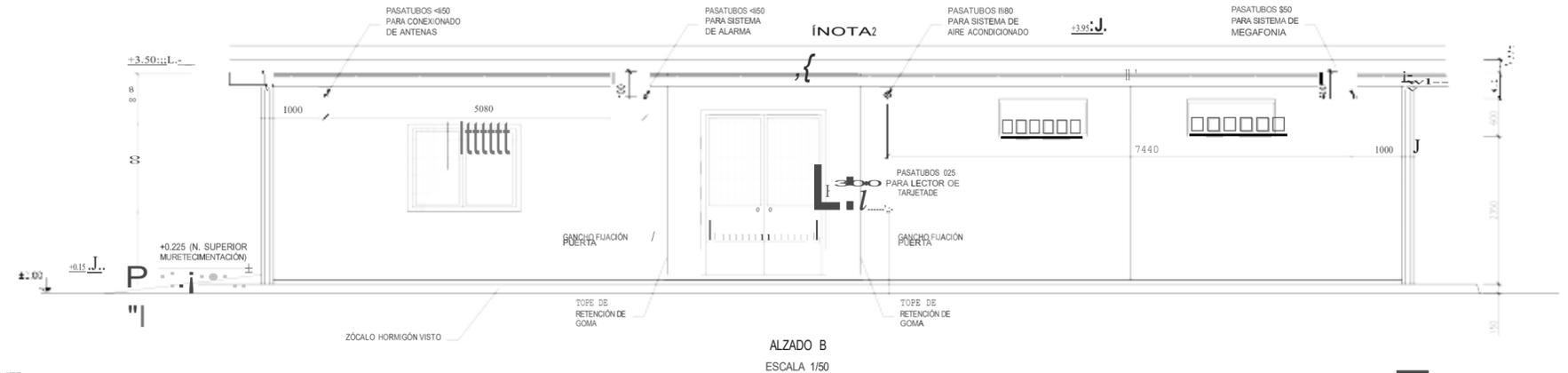
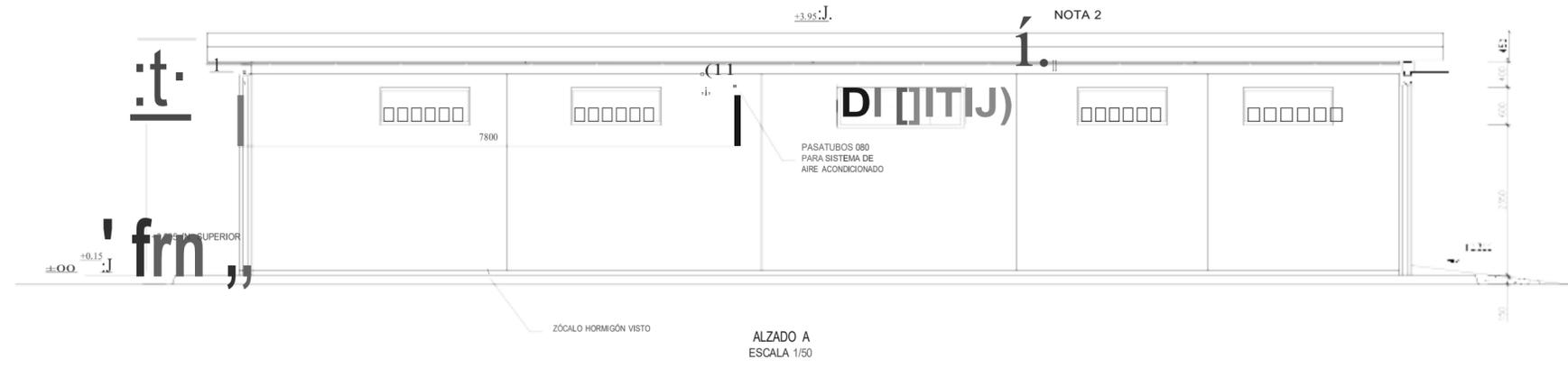
**NOTAS**

- 1.- TODOS LOS CABLES ESTÁN EN METROS SALVO LAS ELEVACIONES QUE ESTÁN EN METROS (S.A. = INDICACIÓN COMISIÓN).
- 2.- TODOS LOS EQUIPOS QUE SE INSTALAN SE CONECTAN A LA TOMA DE TIERRA GENERAL A TRAVÉS DE LAS DERIVACIONES PREVISTAS EN LAS DISTINTAS DEPENDENCIAS.
- 3.- ANTES DE COMENZAR A CONSTRUIR, SE CONFIRMARÁ QUE SE CUMPLEN LAS DISTANCIAS DE SEGURO ENTRE ESTE EDIFICIO Y LAS PARTES MÁS PRÓXIMAS EN TENSIÓN.
- 4.- LA DISTRIBUCIÓN DEL EDIFICIO DE PODRÁ REPLANTEAR SIMÉTRICAMENTE RESPECTO A LOS ELES VERTICAL Y HORIZONTAL, SEGÚN LAS NECESIDADES DE INSTALACIÓN.
- 5.- LA PENDIENTE DE LA RAMPA DE ACCESO AL ALMACÉN SE PODRÁ MODIFICAR EN LONGITUD Y PENDIENTE SEGÚN EL PROYECTO Y EL ESPACIO DISPONIBLE DE INSTALACIÓN.
- 6.- LAS ENTRADAS DE CABLES SE DEFINIRÁN EN LOS PLANOS DE PLANTA GENERAL DE CADA SUBESTACIÓN.

**PLANO: J. REFERENCIA:**

F-TESTADOS PLANTA GENERAL DE OMIENACIONES Y CANALES DE CABLES.

EDICIÓN	FECHA	LA	PROYECTO VERIFICADO	INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORD.	HUBO
					220 kV TIERRA ESTRELLA	0-8884-5317K	
				<b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b> Grupo Red Eléctrica			
TÍTULO: EDIFICIO DE CONTROL TIPO I CUBIERTA PLANA PREFABRICADA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN					HOJA: 1/1		



**NOTAS:**

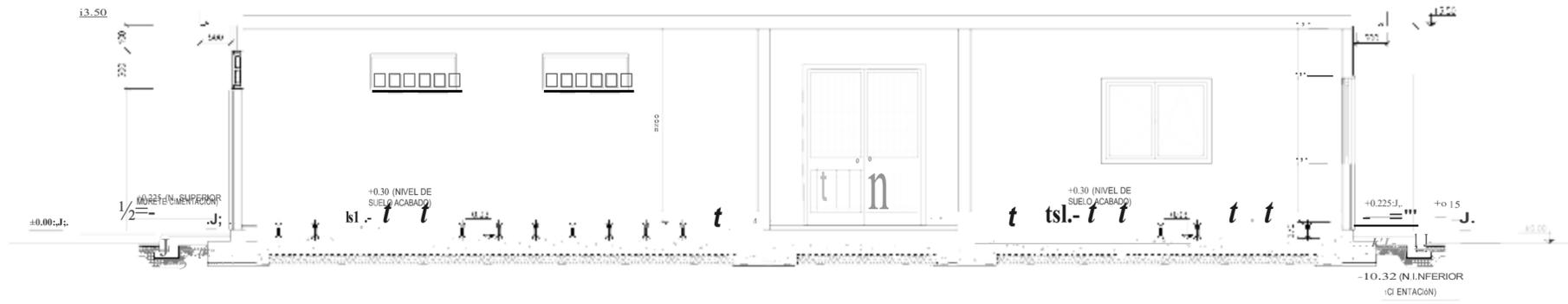
- 1- CUALQUIER TIPO DE CABLEADO EN EL...
- 2- CUALQUIER TIPO DE CABLEADO EN EL...
- 3- APOYAR CABLEADO DE PANELES...

**PLANTAS DE REFERENCIA:**

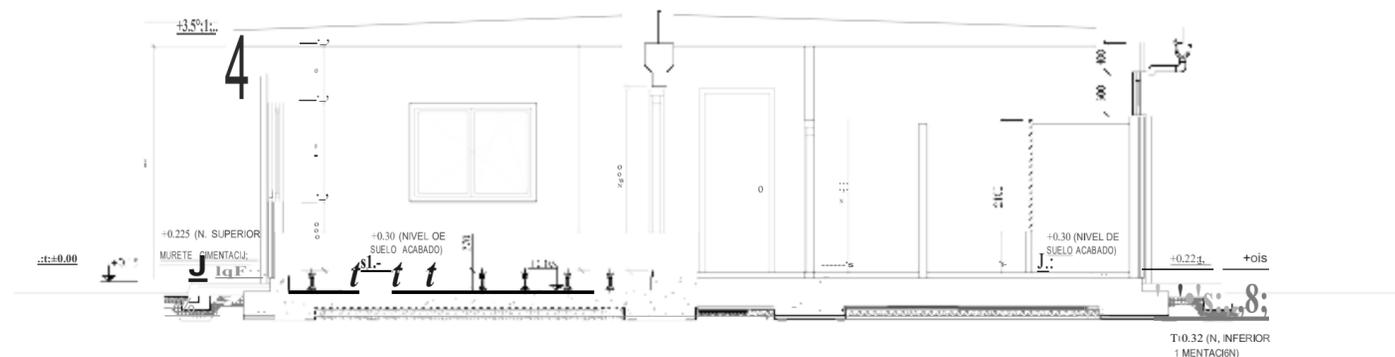
F-TESTE000 PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

F-TESTE000 PLANTA GENERAL DE CONEXIONES Y CANALES DE CABLES

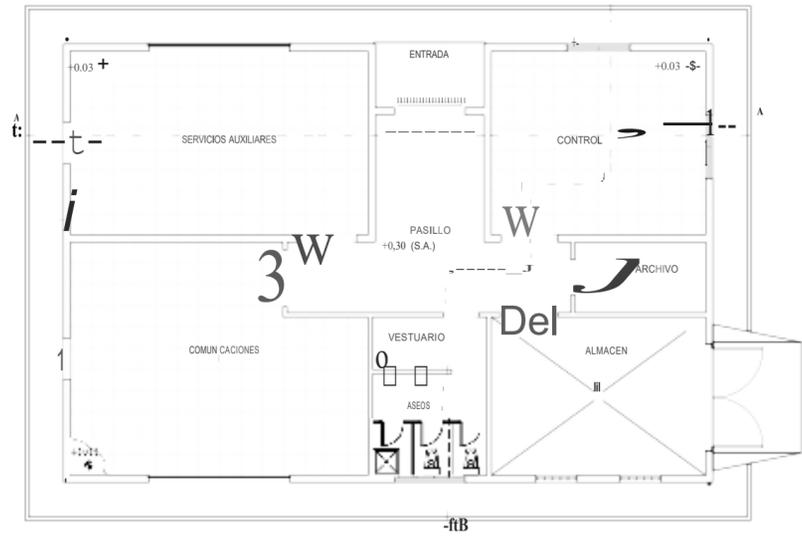
EDICIÓN	FECHA	USUARIO	PROYECTO VERIFICADO	FECHA VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	COORDINADAS	VALORES
1					220 VV TIERRA ESTRELLA		HUBO
TÍTULO						EDIFICIO DE CONTROL TIPO I CUBIERTA PLANA PREFABRICADA ALZADOS	INDICACIONES
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA						INDICACIONES	HOJA



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1:50



SECCIÓN B-B  
ESCALA 1:50



PLANTA  
S/E

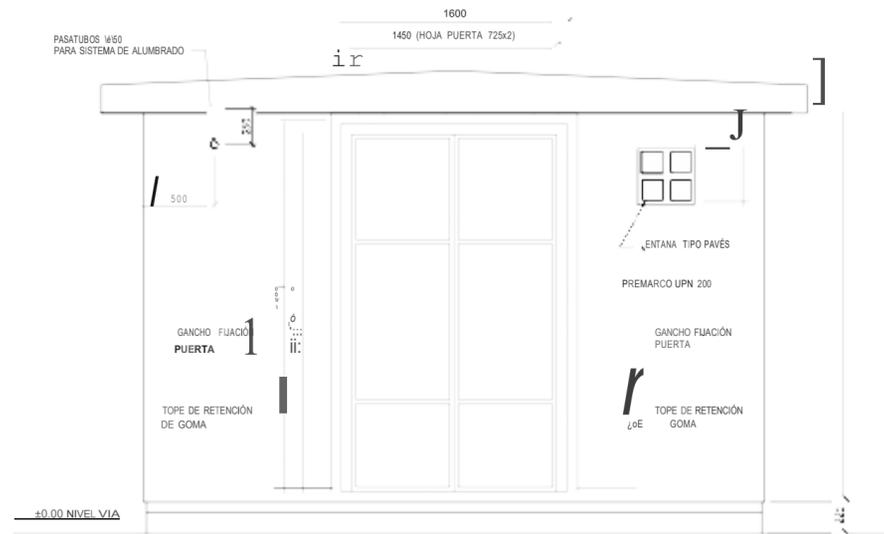
- NOTAS:
- 1.- COTAS EN MM. ELEVACIONES EN M.
  - 2.- LA CIMENTACION DIBUJADA ES VALIDA PARA TERRENO QUE TENGA UNA TENSION DE TRACCION Y ASENTOS DIFERENCIALES DESPRECIABLES. EN EL CASO DE QUE A LA ELEVACION INDICADA NO AYUDEZA TORRENTO FIRME DE DICHA CIMENTACION SE RELLENAR CON HORMIGON COLADO EL ESPACIO ENTRE LA REFERIDA ELEVACION Y EL MENCIONADO FIRME. SI EL FIRME NO APARECE A UNA PROFUNDIDAD PRACTICABLE, PUEDE SER NECESARIO RECALCULAR LA CIMENTACION.

- PLANTAS DE REFERENCIA:
- P-TEST0000 PLANTA DE DISTRIBUCION
  - P-TEST0000 PLANTA GENERAL DE EMPLANTACIONES Y DIAMETROS DE CABLES.

EDICION	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	REVISADO	DESCRIPCION
1	01-20	J.A.S.	R.E.S.		INSTALACION
					TIERRA ESTRELLA
					EDIFICIO DE CONTROL TIPO I
					CUBIERTA PLANA PREFABRICADA
					SECCIONES

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, Nº 20210118, Fecha Visado: 27/09/2021, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.com.es/verificacion. C.O.I.I.M. Nº Colegiado: 1779, Colegiado: CARLO DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ

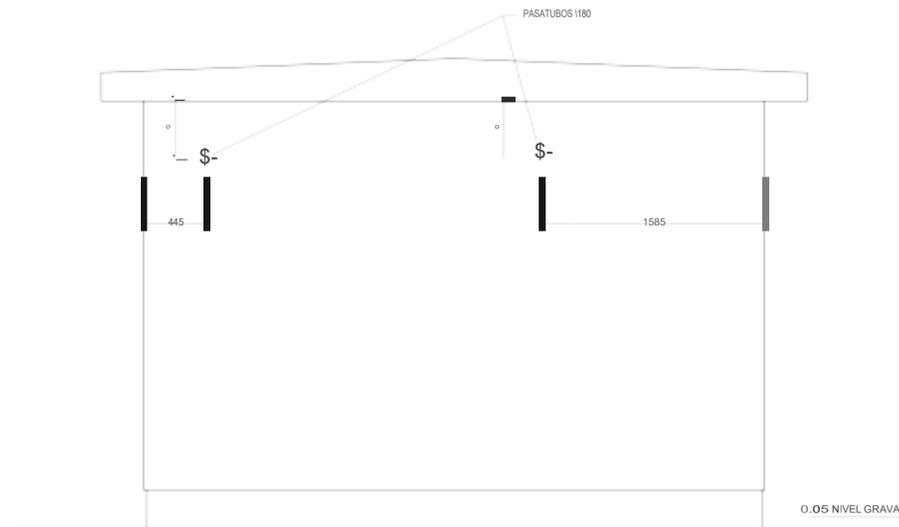




ALZADO C  
ESCALA 1/25



ALZADO A  
ESCALA 1/25

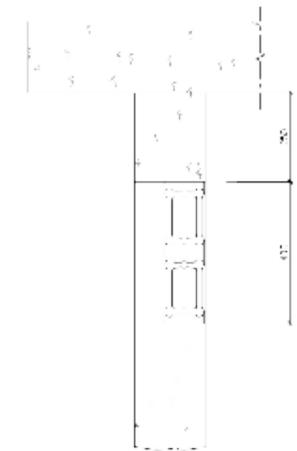


ALZADO B  
ESCALA 1/25

**LEYENDA**  
(A.F.) Ambos fochodos



PLANTA



DETALLE VENTANA TIPO PAVÉS  
ESCALA 1/10

ACABADOS EXTERIORES		
ARIDO LAVADO BLANCO MACAEL GRANULOMETRIA 12-20		
ACABADOS INTERIORES		
PAREDES	TECHO	SUELO
PINTURA PLÁSTICA FUNGICIDA LISA COLOR BLANCO, SOBRE ENFOSCADO DE MORTERO O PANEL FRATASADO ÓPTIMO PARA PINTAR, CON ZÓCALO DE 1m DE ALTURA, EN COLOR RAL 7044	PINTURA PLÁSTICA FUNGICIDA LISA COLOR BLANCO, SOBRE ENFOSCADO DE MORTERO FRATASADO ó PANEL ÓPTIMO PARA PINTAR.	BALDOSAS DE TERRAZO PULIDO DE GRANO MEDIO COLOR OCRE CLARO DE 400x400 mm. SOBRE CAMA DE ARENA DE 2cm Y 2cm DE MORTERO DE AGARRE FONDO DE CANALES FRATASADO DE HORMIGÓN SIN PINTAR
CARACTERÍSTICAS PUERTA		
PERFLERIA DE ACERO GALVANIZADO CON DOBLE CHAPA DE 2 mm. PANEL RIGIDO DE FIBRA DE VIDRIO EN CÁMARA. PREMARCO CON ANCLAJES DE 1/2"12 CADA 40 cm UNIDOS A LA ARMADURA DEL PANEL. BISAGRAS CON TACO ANTIPALANQUETA Y 4 TACOS DE EXPANSIÓN POR JAMBA. LAS PUERTA CONSTARADE : - UNA PUERTA ACTIVA CON CERRADURA COMPATIBLE CON BOMBIN KABA CUATTRO NIQUEL (F), REF. TY 2027-1178 CON TRES PUNTOS DE ANCLAJE MARCA Y MODELO TESA 1950 ó SIMILAR CON BARRA ANTIPANICO DE EMPUJE INTERIOR Y ACCIONAMIENTO EXTERIOR MEDIANTE ASIDERA, Y CON RESBALÓN. - UNA PUERTA PASIVA CON PASADORES SUPERIOR E INFERIOR. ACABADO: 2 MANOS DE ESMALTE COLOR RAL 7044 SOBRE 2 MANOS DE MINIO LIBRE DE PLOMO. CONECTADA A RED DE PUESTA A TIERRA. HOJA DE PUERTA 2525 x 725 mm.		

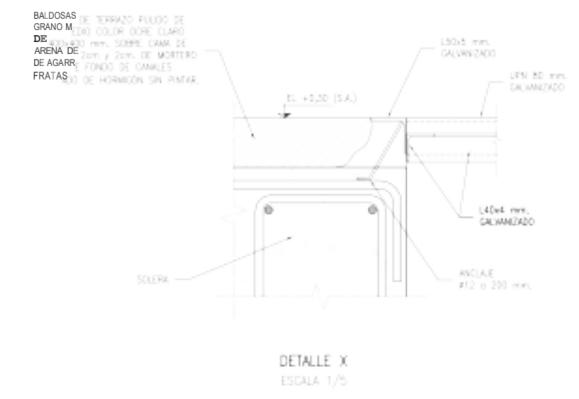
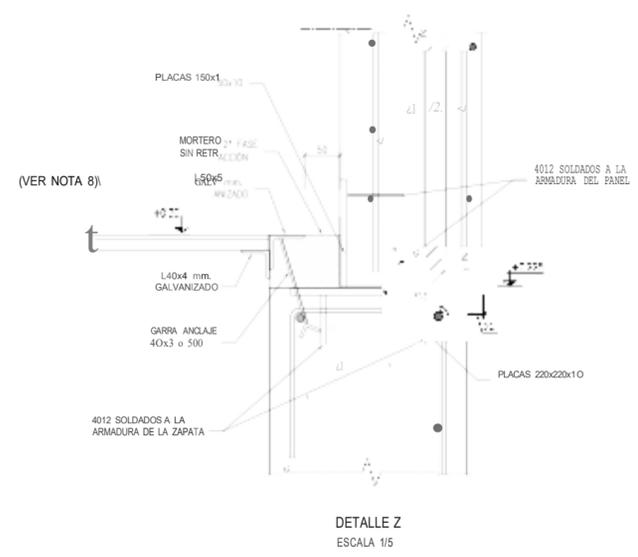
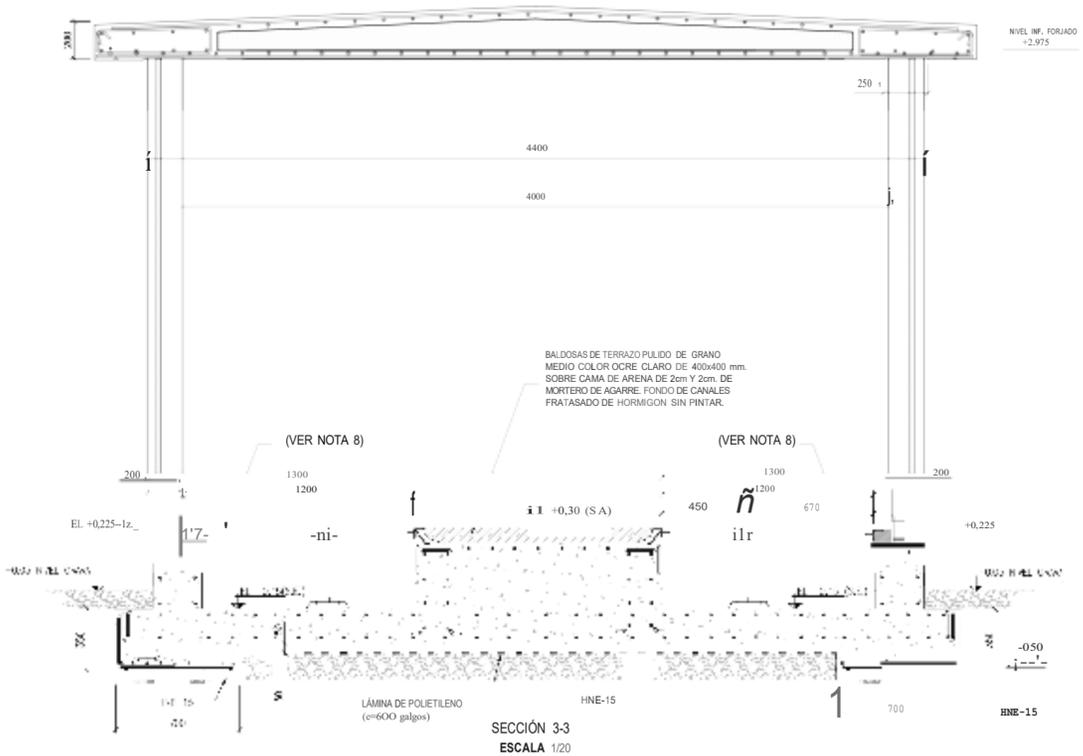
**NOTAS**  
 1- VER LAS MEDIDAS, DIMENSIONES EN METROS.  
 2- ANCLAJES DE 1/2"12 CADA 40 cm.  
 3- ANCLAJES DE 1/2"12 CADA 40 cm.  
 4- DETALLE DE PASADORES.  
 5- DETALLE DE MANOS DE AFE. SE DEBE LLEVAR UN DESAJE DIRIGIDO AL PANEL, HASTA LA COSTA DE 25 mm.

**REFERENCIAS**  
 P-TEST0000 DEFINICIÓN GENERAL.  
 P-TEST0000 PLANTA GENERAL DE CIMENTACIONES Y CANALES.

EDICIÓN	FECHA	ELAB.	REVIS.	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
1	01-2024	J.A.L.	R.E.L.		INSTALACIÓN
					VALORES PARA F.I.A.
					COORD.
					HUBO
					CÓDIGO
					INDICADOR
					Nº
					HOJA

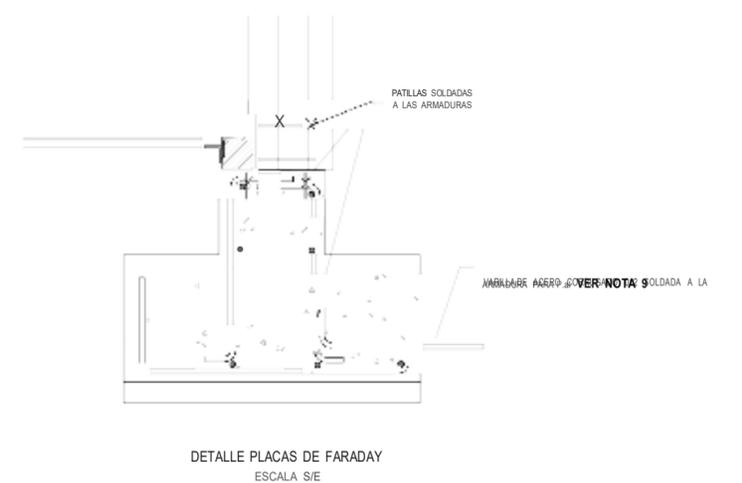
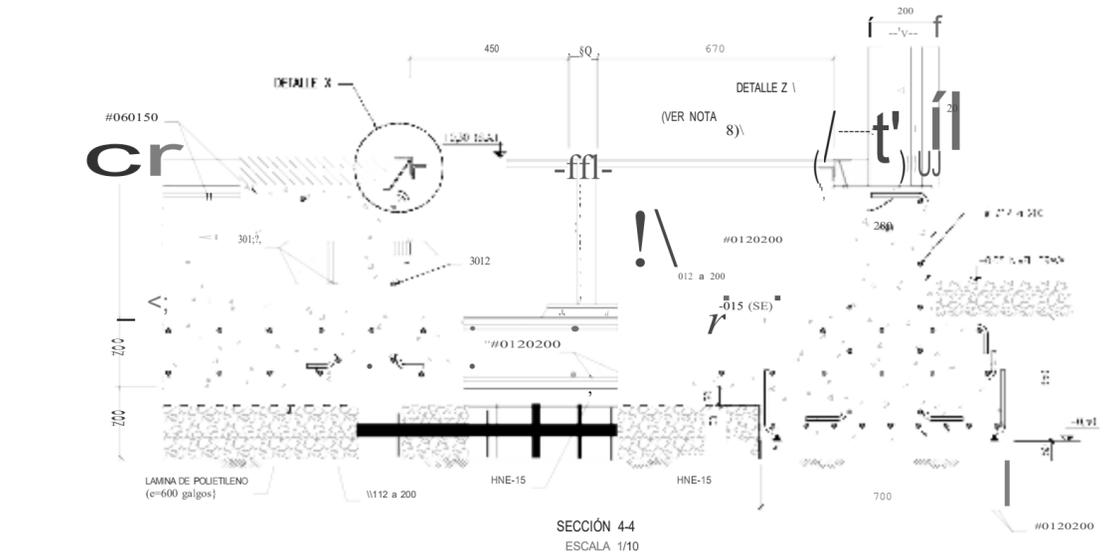
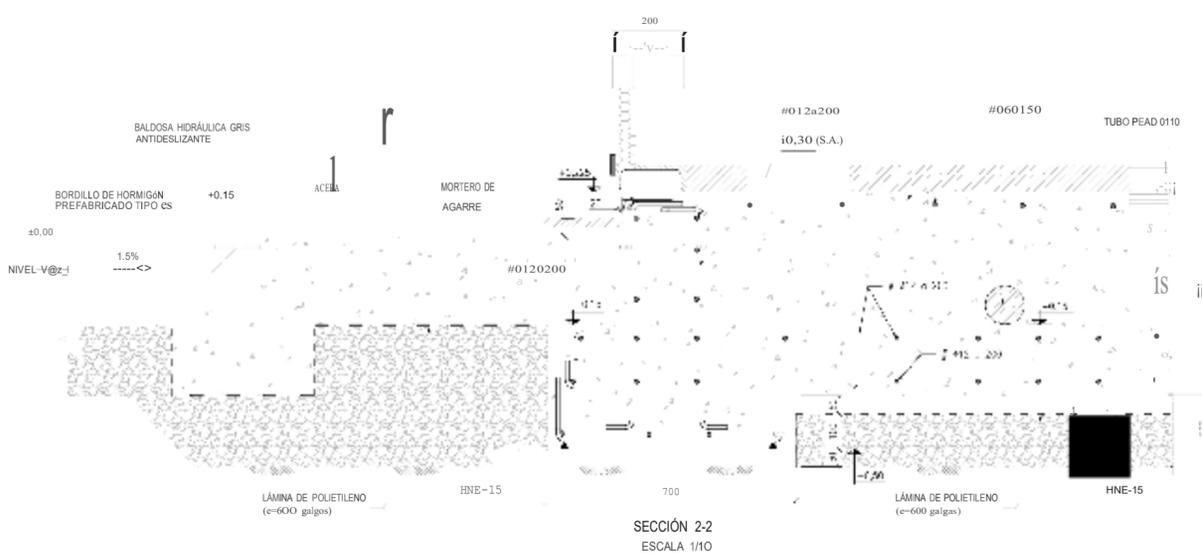
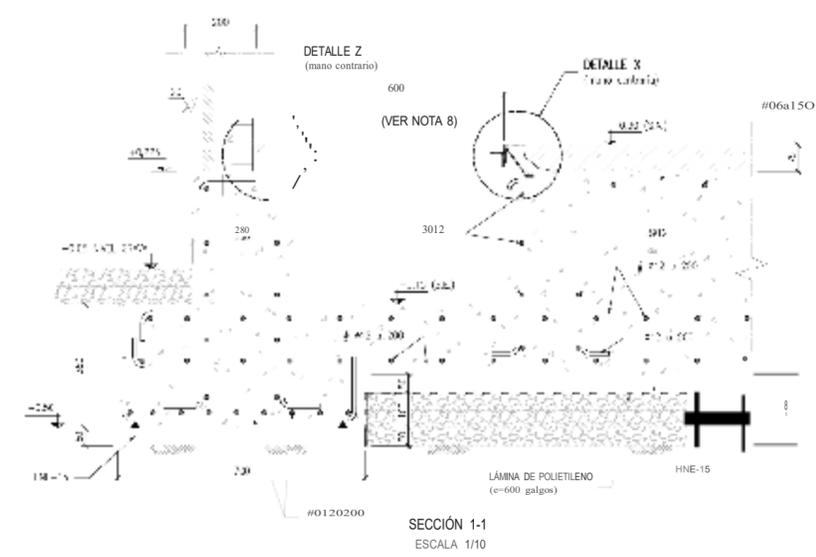
**RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA**  
Grupo Red Eléctrica

TÍTULO: CASITA DE RELES 10kV 4.00 INZ. PREFABRICADA Y CUBIERTA PLANA DETALLES Y ALZADOS



**LEYENDA**

	Terreno compactado al 100% PM
	Encachado de piedra
	HNE-15 hormigón no estructural
(S.A.)	Suelo acabado
(S.E.)	Suelo estructural



- NOTAS**
- 1.- Cotas en milímetros, elevaciones en metros.
  - 2.- LA CIMENTACIÓN DEBERÁ SER MÁS ALTA PARA TERRENO QUE TENGA UNA TENDENCIA A LOS AGENTES DIFERENCIALES DESPRECIABLES. EN EL CASO DE QUE A LA ELEVACIÓN INDICADA EN PLANOS NO AFIRMEZA TERRENO FIRME DE CARÁCTERÍSTICAS SE RELENARÁ CON HORMIGÓN COLADO. EL ESPACIO ENTRE LA RETENCIÓN ELEVACIÓN Y EL MENCIONADO FIRME, SI EL FIRME NO AFIRME A UNA PROFUNDIDAD RAZONABLE, PUEDE SER NECESARIO RECALCULAR LA CIMENTACIÓN.
  - 3.- LA SOBRECIMENTACIÓN SE RELENARÁ, EN CASO DE SER NECESARIA, CON HORMIGÓN EN MASA HNE-15.
  - 4.- LAS ENTRADAS DE CABLES SE DEFINIRÁN EN LOS PLANOS DE PLANTA GENERAL DE CADA SUBESTACIÓN.
  - 5.- LOS PERFILES VAN EN TRANSVERSALES A LOS CANALES SERÁN GALVANIZADOS Y SOLDADOS POR MEDIO SEGUN LA DISPOSICIÓN DEFINIDA DE LOS ARMARIOS A INSTALAR.
  - 6.- PERFILES DE ACERO Y PLACAS DE FUNDIDO GALVANIZADO POR INVERSIÓN EN CALIENTE.
  - 7.- TODOS LOS EQUIPOS QUE SE INSTALAN, SE CONECTARÁN A LA TOMA DE TIERRA GENERAL, A TRAVÉS DE LAS DERIVACIONES PREVIAS.
  - 8.- PANEL LAMINADO COMPACTO TIPO PARKLEY ACT INTERNAL, F. ACABADO ESTRADO O SIMILAR, SUMINISTRADO DEL PAISEL LAMINADO POR PARTE DE OTRA CMU. CORTE DE LAS DIFERENTES PIEZAS A LA MEDIDA POR PARTE DE MONTAJE ELECTROMECÁNICO. TODAS LAS PIEZAS CORTADAS LLEVARÁN EN SU CIE Y A 100MM DE LOS EXTREMOS UN AGUERO DE 400 PARA CIL. DE CILADO.
  - 9.- LA VARILLA DE ACERO CORROÍDO #12 PARA LA PUESTA A TIERRA HAY QUE CONECTAR A LA RED DE TIERRA MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTERMICA.

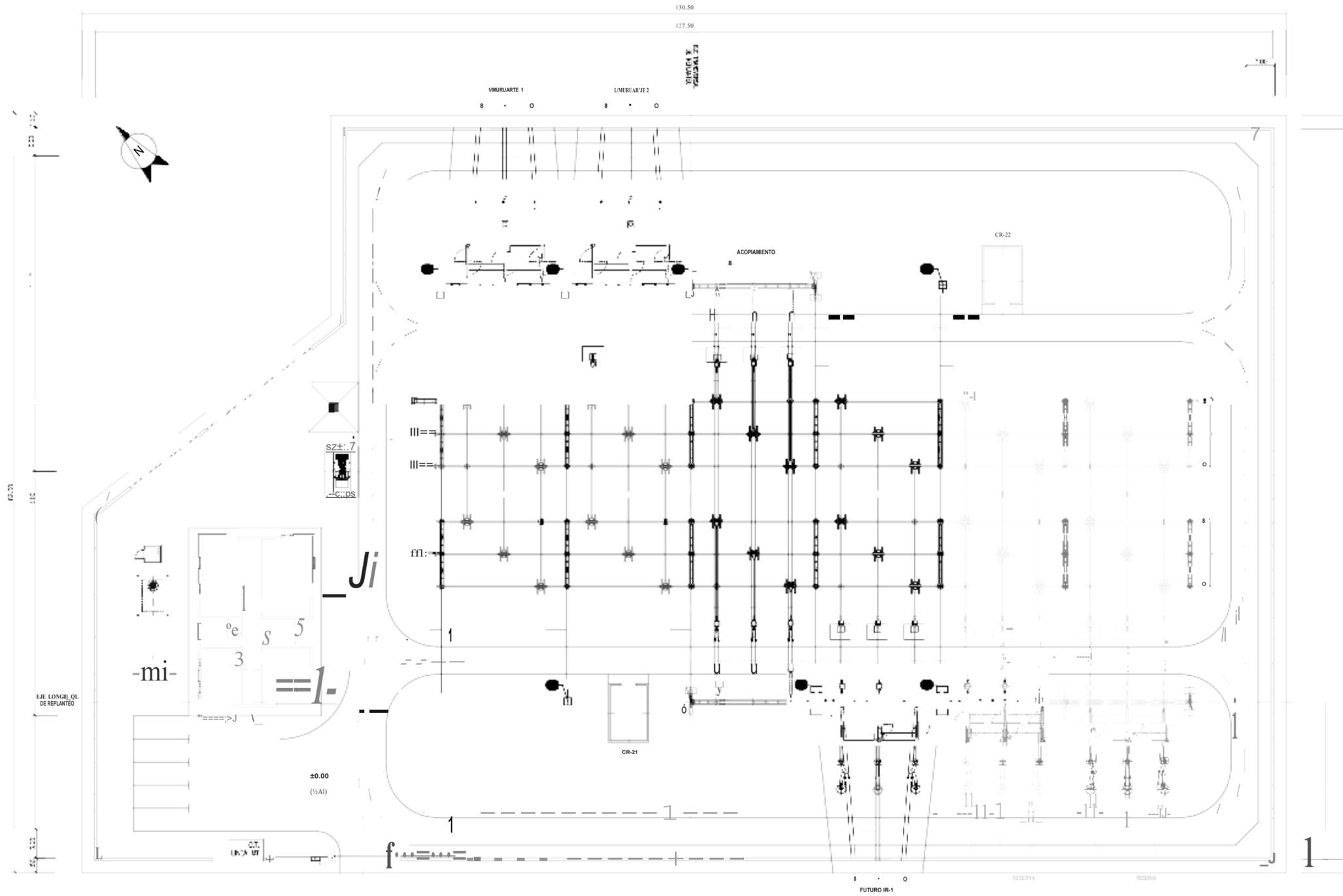
**PLANOS DE REFERENCIA**

P-TEST001 DEFINICIÓN GENERAL.

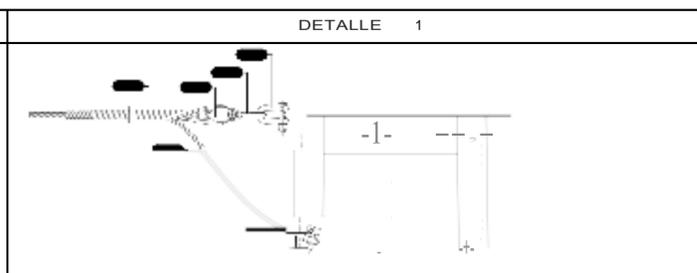
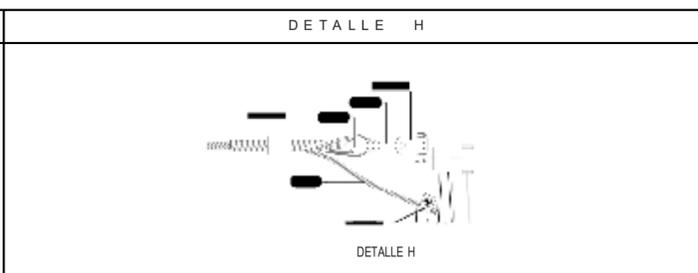
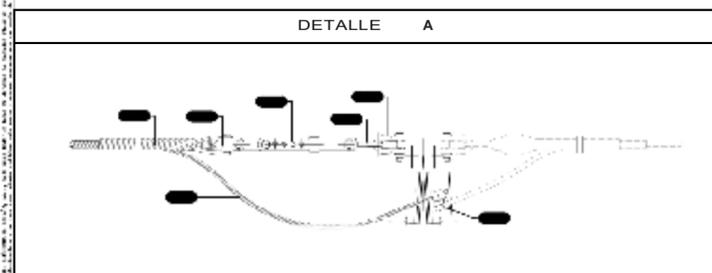
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	NOMBRE SUBESTACIÓN	DESCRIPCIÓN
				220 kV	TERRA ESTRELLA
				COORD.	VALOR PARA #15
				COORD.	HUBO
TÍTULO: CASITA DE RELES (ANCHO 4.00 METROS) PREFABRICADA Y CUBIERTA PLANA SECCIONES Y DETALLES				COORD.	1-3050-03179
				#1	INDICIOS
				#	INDICIOS
				#	INDICIOS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, Nº 20210118, Fecha: 27/09/2021, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.com.san/verificacion. Cód. Ver: 8949414. Nº Certificado: 17724, Código: CARO 026/ALZES 20/04/2021





CONSUMO AGRUPADO Y S.O.T.	PIEZAS	UNIDAD	CANTIDAD
00	1-11	5	
	1-12	5	
	1-13	0	
	1-14	0	
	1-15	0	
01	1-16	1	
	1-17	5	
	1-18	0	
	1-19	0	
	1-20	1	

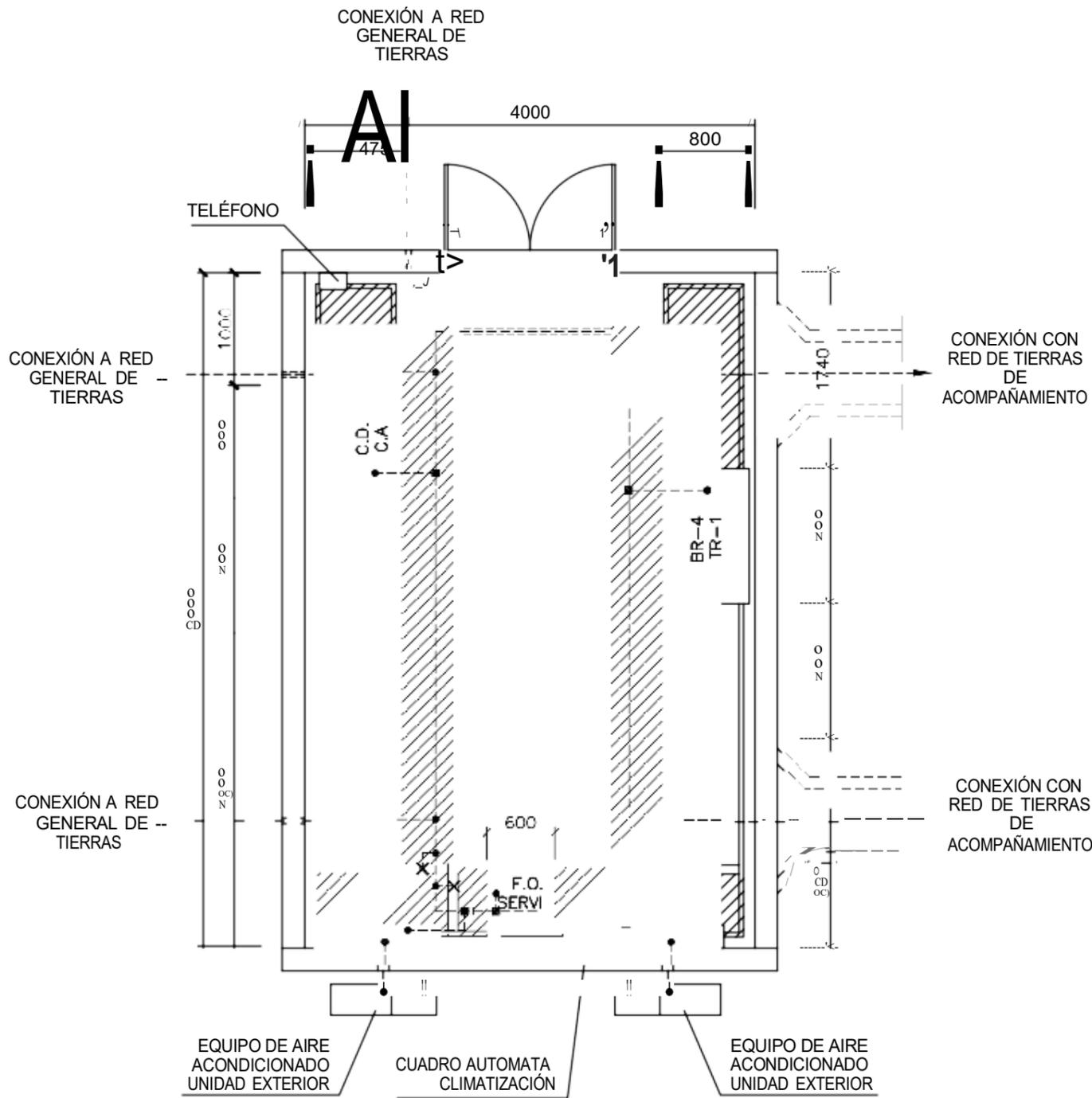


EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	INSTALACIÓN	REVISIÓN	NÚMERO SUBESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORES PARA P.I.A.
1	DIC-20	J.A.S.	R.E.S.			220 kV	TERRA ESTRELLA	COORD. HUBO
							PLANTA GENERAL	COORD. 4.900-5379
							RED DE TIERRAS AERIAS	Nº 1.298
								Nº 4.733-081 HOJA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, Nº 201010118. Fecha: Madrid, 27/09/2021. Firmado Electrónicamente por el COI.I.M. Para comprobar su validez: https://www.com.san.informacion.gob.es/verificador/verificador.aspx?codigo=11779. Documento: 0470 (04/04/2014)







**SIMBOLOS:**

- CABLE DESNUDO DE Cu de 120mm<sup>2</sup>
- DERIVACIÓN MEDIANTE GRAPA DE CONEXIÓN (TIPO T-3, S/PL. DYESF2001)
- DERIVACIÓN EN "I" MEDIANTE SOLDADURA EXOTÉRMICA
- CONEXIÓN A EQUIPO O CUADRO MEDIANTE TERMINAL DE PRESIÓN (TIPO T-5, S/PL. DYESF2001)
- PUESTA A TIERRA PUERTAS Y MARCO CON CABLE AISLADO DE Cu 16mm<sup>2</sup>
- - - X PUESTA A TIERRA SOPORTES METÁLICOS DE ARMARIOS
- PANEL LAMINADO COMPACTO TIPO PARKLEX O SIMILAR

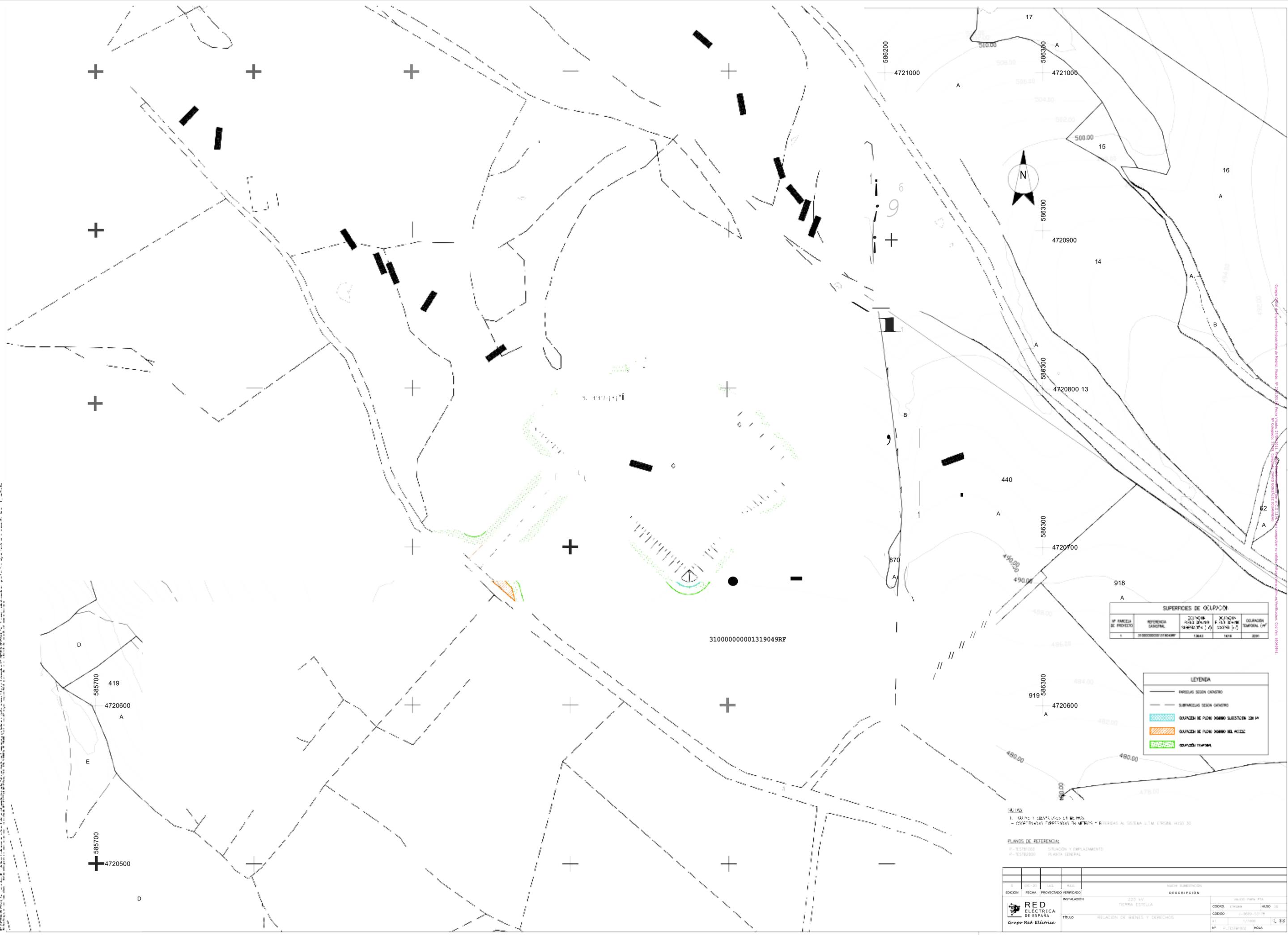
**NOTAS:**

1. LOS CABLES DE ACOMPAÑAMIENTO SE UTILIZARÁN PARA LA CONEXIÓN A TIERRA DE TODAS LAS PANTALLAS DE LOS CABLES DE FUERZA, MANDO Y CONTROL, REALIZADA EN LOS RESPECTIVOS CUADROS DE LA APARATURA Y EN LAS CASSETAS DE RELÉS.
2. PANEL SERÁ SUMINISTRADO EN LA OBRA CIVIL Y MONTADO POR EL CONTRATISTA DE MONTAJE.
3. EN CASO DE CONTENER LA CASETA POSICIONES ADIF O EQUIPOS DE TELEPROTECCIÓN, SE INSTALARÁ UN CUADRO DE 48V e.e. DE 600x600mm AL LADO DEL CUADRO DE C.A.

**PLANOS DE REFERENCIA:**

P-TESTF1000 PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS

0	DIC-20	I.A.S.	R.E.E.	NUEVA SUBESTACION
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN 220 kV TIERRA ESTELLA TÍTULO CASETA DE RELÉS CR-22 DISPOSICIÓN DE EQUIPOS
				VALIDO PARA PTA
				COORD. HUSO
				CODIGO J-0609-S3178
				A3 1/50
				Nº P-TESTJ1002 HOJA



**SUPERFICIES DE OCUPACIÓN**

Nº PARCELA DE PROYECTO	REFERENCIA CADASTRAL	CONTENIDO (M <sup>2</sup> )	OCUPACIÓN SUPERFICIAL (M <sup>2</sup> )	OCUPACIÓN SUPERFICIAL (%)
1	3100000001319049RF	1.843	1.818	98,7

**LEYENDA**

- PARCELAS SEGUN CENSIRO
- - - - - SUPERFICIAS SEGUN CENSIRO
- OCUPACION DE PLENO DOMINIO SUBSTITUCION 220 KV
- OCUPACION DE PLENO DOMINIO DEL PROYECTO
- SUPERFICIE TIPOLOGICA

**LEGENDA**  
 1. LINEAS Y EQUIPOS EN NEGRO  
 - EQUIPOS EN VERDE  
 - EQUIPOS EN NARANJA  
 - EQUIPOS EN AZUL  
 - EQUIPOS EN ROJO  
 - EQUIPOS EN PUNTO

**PLANO DE REFERENCIA**  
 P-TESTIGOS SITUACION Y EMPLAZAMIENTO  
 P-TESTIGOS PLANTA GENERAL

EDICION	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	REVISADO	DESCRIPCION
1	01-20	J.A.S.	R.E.		NOVA SUBSTACION
					INSTALACION
					220 KV
					TIERRA ESTRELLA
					COORD. UTM
					HUBO 18
					COORD. UTM
					1.7000
					HOJA
					1/1

**RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA**  
 Grupo Red Eléctrica



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
**DE ESPAÑA**

**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**

# **NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV**

**DOCUMENTO 4  
PRESUPUESTO**

**Dirección de Ingeniería y Construcción  
Dpto. Ingeniería de Subestaciones**

septiembre de 2021



El presupuesto del presente proyecto incluye las partidas necesarias para el diseño y ejecución del proyecto. En este presupuesto no se incluyen otros costes incurridos para la final realización de la instalación, como son los costes de terrenos, licencias y tasas, costes financieros y costes de gestión y administración

## 1. PRESUPUESTO DESGLOSADO SUBESTACIÓN DE TIERRA ESTELLA 220 kV (en euros)

1.1. Ingeniería de proyecto.....	110.000
1.2. Materiales.....	1.784.670
1.2.1. Aparamenta y materiales de alta tensión .....	1.350.000
1.2.2. Protecciones, control y comunicaciones .....	394.170
1.2.3. Estructura metálica.....	40.500
1.3. Construcción .....	1.206.440
1.3.1. Obra civil de parque .....	510.000
1.3.2. Montaje electromecánico .....	410.000
1.3.3. Prueba y puesta en servicio.....	170.000
1.3.4. Servicios diversos .....	116.440

**TOTAL PRESUPUESTO 1 .....3.101.110 euros**

## 2. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (en euros)

2.1. Seguridad y salud laboral.....	19.246
-------------------------------------	--------

**TOTAL PRESUPUESTO 2 ..... 19.246 euros**

## 3. PRESUPUESTO TOTAL

3.1. SUBESTACIÓN .....	3.101.110
3.2 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL .....	19.246

**TOTAL ..... 3.120.356 EUROS**



El presupuesto total de la nueva subestación TIERRA ESTELLA 220 kV asciende a **TRES MILLONES CIENTO VEINTE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS**.

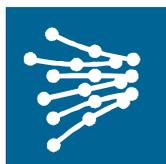
Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV

DOCUMENTO 5

ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**  
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

septiembre de 2021



## Índice

1.	OBJETO .....	3
2.	NORMATIVA VIGENTE.....	3
3.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS .....	4
4.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO .....	4
5.	RESULTADOS .....	10
6.	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	11
7.	CONCLUSIONES .....	11
8.	REFERENCIAS.....	12



## 1. OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público del parque de 220 kV AIS del proyecto tipo, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la subestación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

El cálculo se circunscribe al parque de 220 kV AIS del proyecto tipo según se observa en la figura 4.

## 2. NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100  $\mu$ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
3. ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
2. Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.
3. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.
4. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.”



### 3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una subestación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1],[2],[3].

A modo de validación de la aplicación se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. El desarrollo de estos cálculos se recoge en el anexo a este documento.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la subestación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

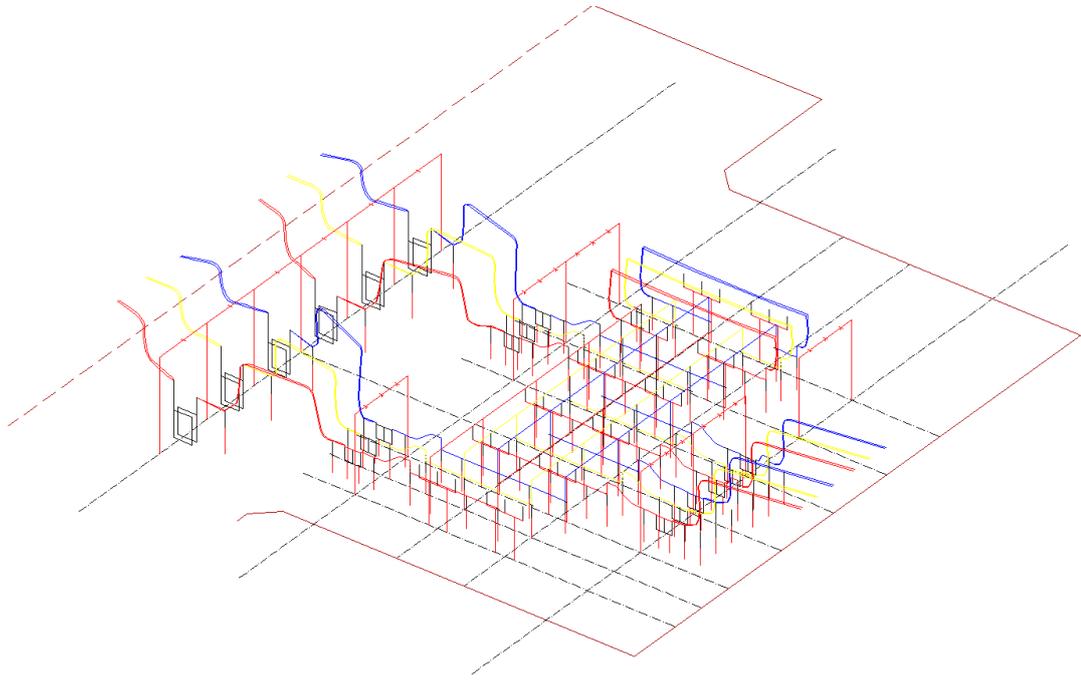
### 4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

El parque de 220 kV AIS del proyecto tipo tiene las siguientes características:

#### Nivel de 220 kV.

- Tipo..... Intemperie convencional
- Topología ..... Doble barra
- Posiciones de línea ..... 4
- Posiciones de barras..... 2
- Posiciones de acoplo ..... 1
- Superficie aprox. del parque..... 14852 m<sup>2</sup>

El estado de carga considerado consiste en considerar los dos transformadores 400/220 kV a potencia máxima y conectados a la barra 1. Las líneas se conectan a la barra 2, estando el acoplamiento cerrado, por tanto, por el acoplamiento pasa toda la potencia aportada por los transformadores. La línea 1 evacúa su potencia máxima y la línea 2 la restante hasta completar la aportada por los transformadores.



**Fig 1: Modelo 3D de los cables de la instalación.**

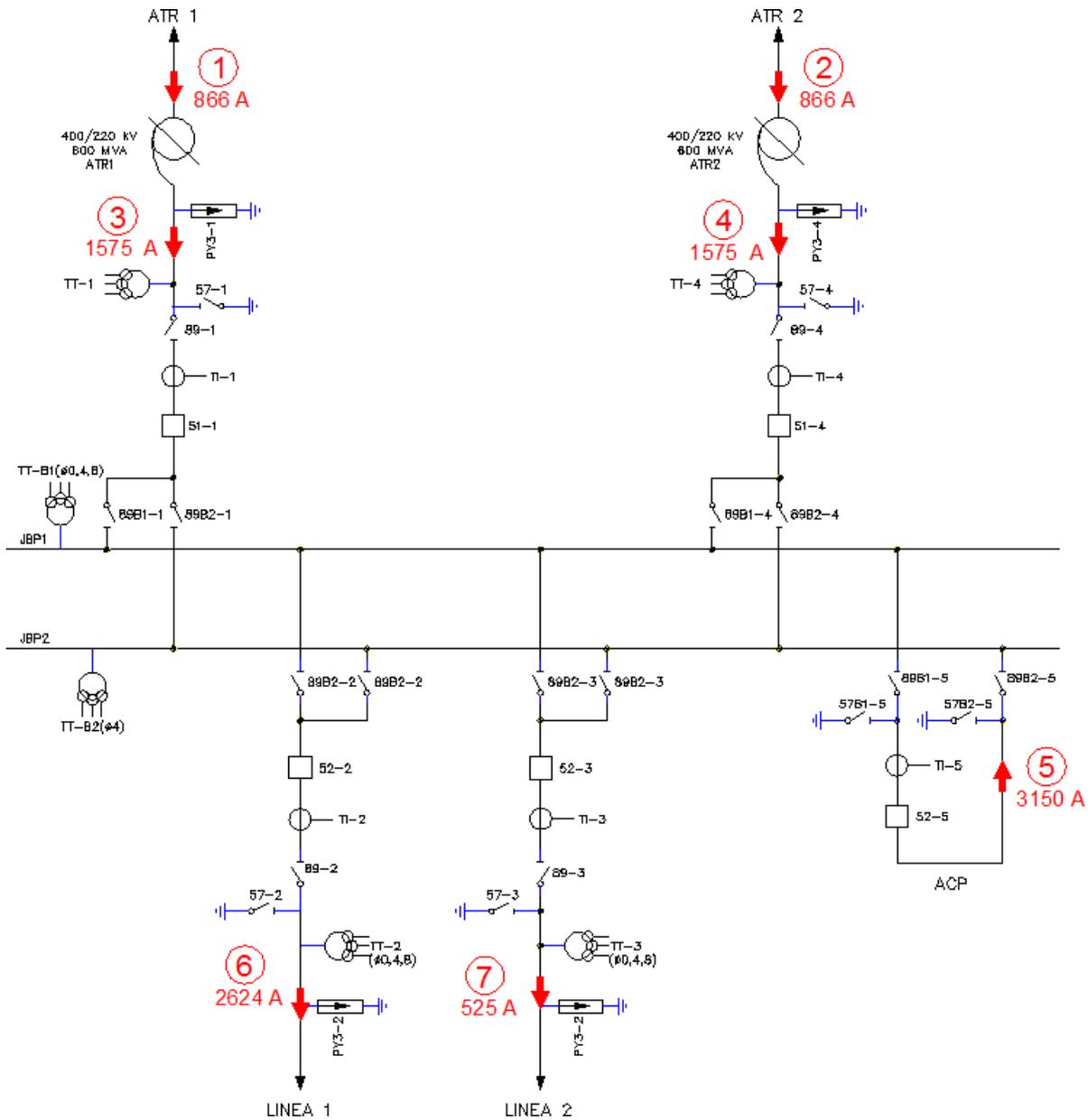


Fig 2: Unifilar con intensidades consideradas

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (º)	TIPO
TRAFO 1 400 kV	1	866 <sub>(2)</sub>	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 2 400 kV	2	866 <sub>(2)</sub>	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 1	3	1575 <sub>(2)</sub>	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 2	4	1575 <sub>(2)</sub>	0	Trifásica equilibrada



<b>UNIÓN DE BARRAS</b>	5	3150	0	Trifásica equilibrada <sup>(1)</sup>
<b>LÍNEA 1</b>	6	2624 <sup>(1)</sup>	0	Trifásica equilibrada
<b>LÍNEA 2</b>	7	525	0	Trifásica equilibrada

- (1) Intensidad correspondiente a la capacidad de transporte máxima de la línea, 1000 MVA.  
(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima del transformador, 600 MVA.

El Real Decreto 1066/2001 aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético. En el caso que nos ocupa, las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación, permiten reducir los niveles de exposición al público en general por debajo de los límites establecidos en el Real Decreto.

No se han tenido en cuenta las aportaciones del parque adyacente de 400 kV, salvo el de los conductores representados en la figura 3.

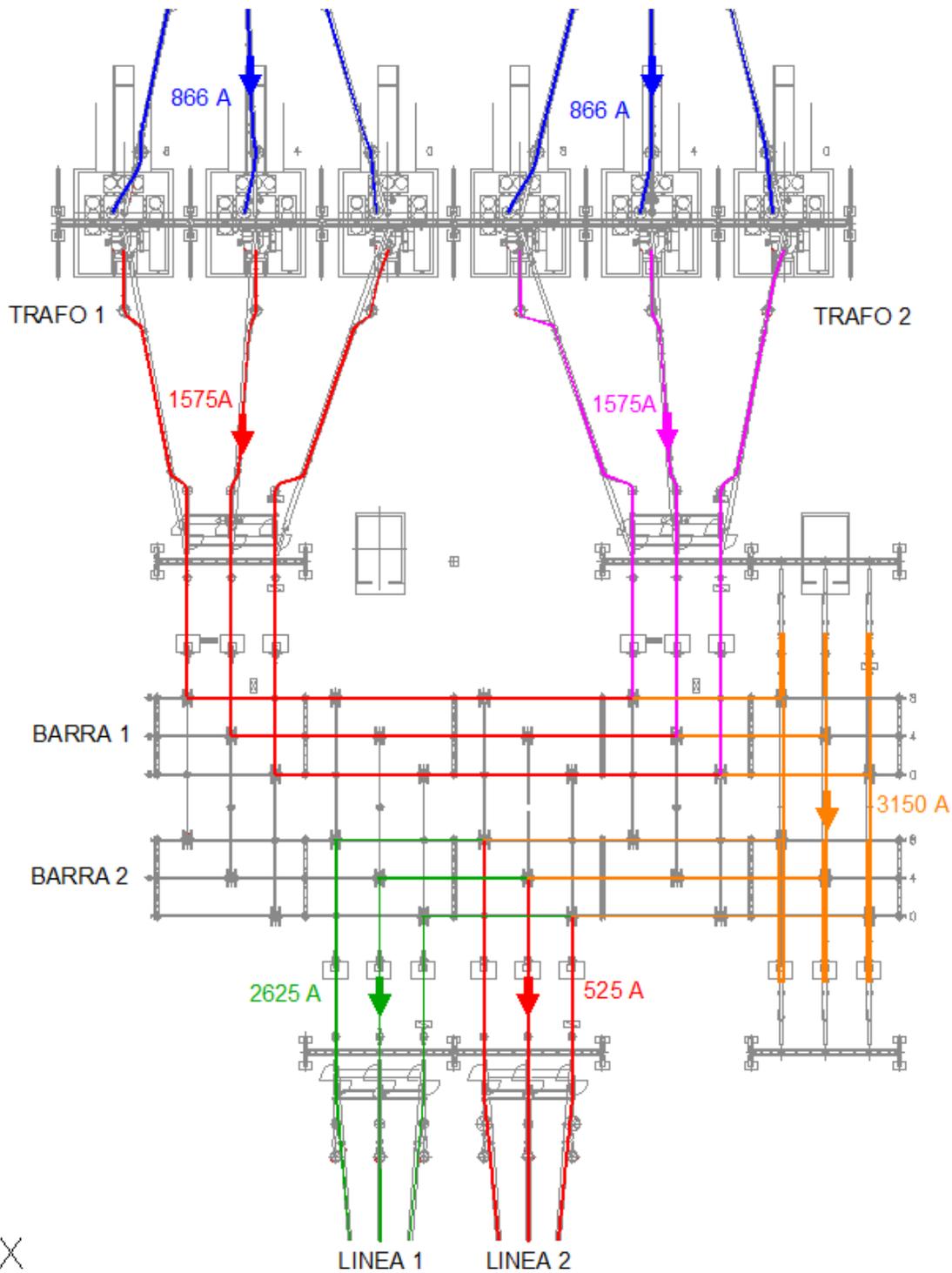
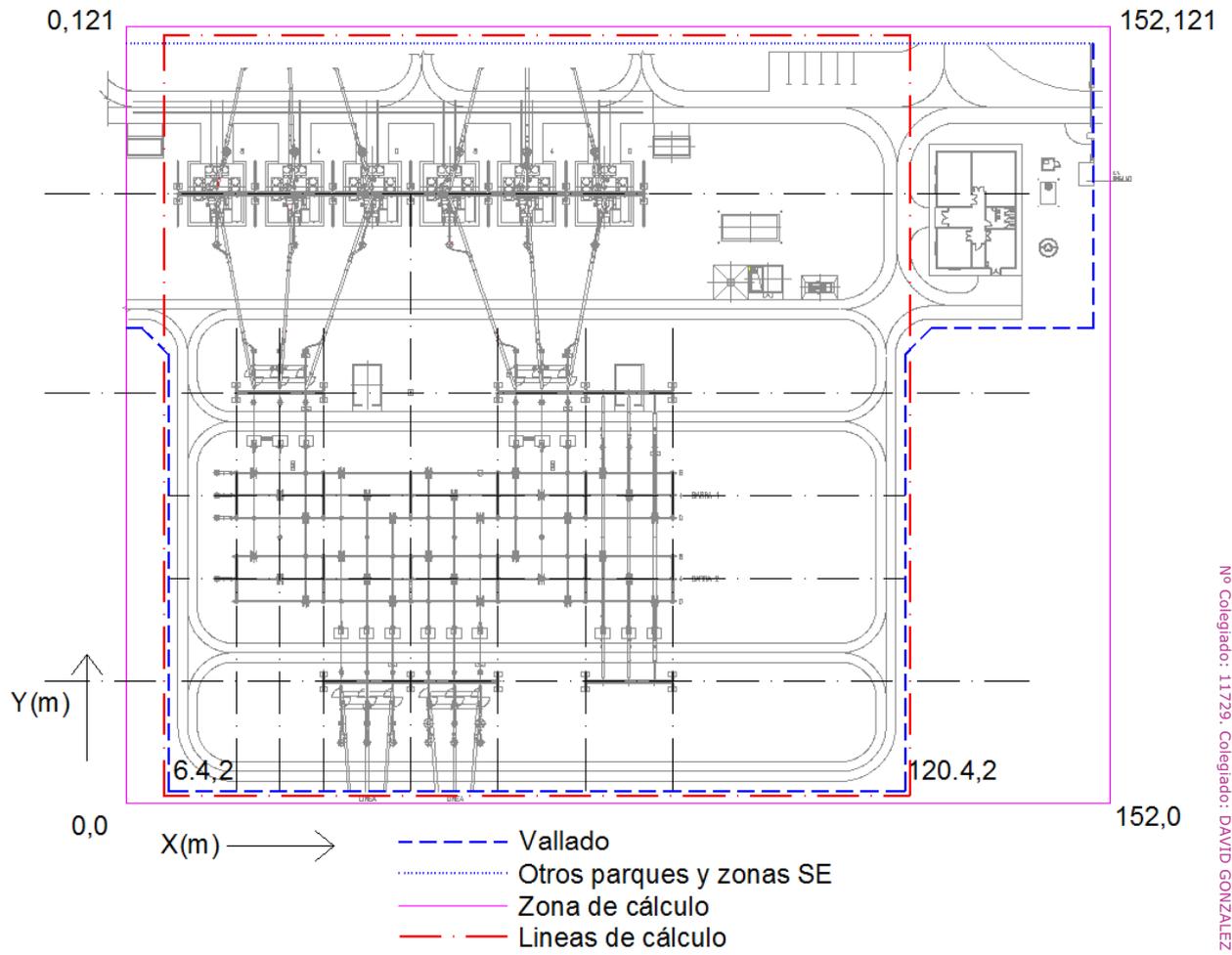


Fig 3: Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético

Para la introducción de la topología del parque se ha partido de los planos de planta general del parque y cortes de las calles, así como la potencia de los transformadores y potencia máxima de las líneas.



**Fig 4: Vallado y zonas límite del cálculo**



## 5. RESULTADOS

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en el parque de 220 kV, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del parque de 220 kV. (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Debido a la irregularidad del vallado exterior, y a que los valores de campo magnético obtenidos están alejados de los límites reglamentarios, se ha considerado más adecuado presentar los resultados en las 4 líneas de cálculo representadas en la figura 4, aunque no coinciden en todo su recorrido con el vallado real del parque. En las zonas donde coincide el recorrido del vallado del parque con las líneas de cálculo, estas se sitúan en el exterior, a **0.2 m** del mismo.

Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de entrada de las líneas de 220 kV, siendo de **18  $\mu$ T**.

Los resultados se incluyen en el plano "CAMPO MAGNÉTICO A 1 m. SOBRE EL SUELO".

En las figuras siguientes se representa, como resumen, el campo magnético en los puntos de intersección de una cuadrícula de 21 x 17, correspondiendo a una separación de 7.6 x 7.56 m. La resolución utilizada para el cálculo es de 0.2 m.

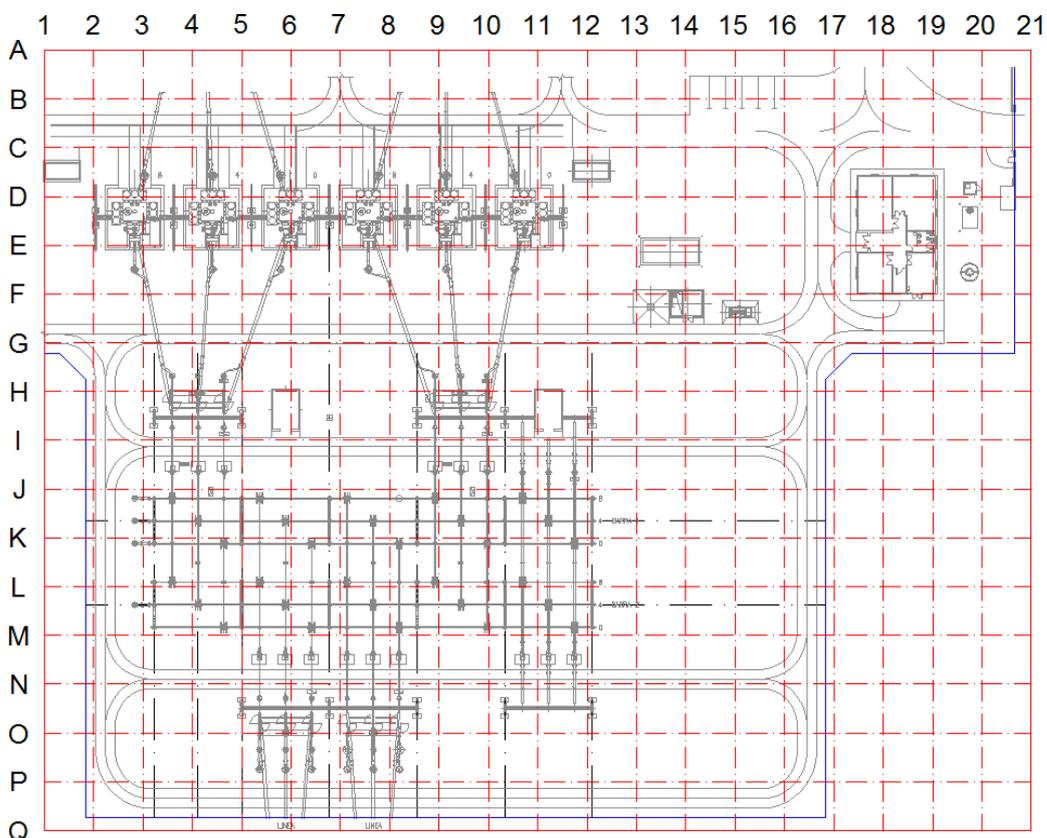


Fig 5: Cuadrícula para resumen de los resultados



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	0,97	1,58	2,36	2,87	2,70	2,05	1,88	2,52	2,94	2,66	1,90	1,16	0,69	0,44	0,32	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14
B	2,29	4,20	7,50	9,23	8,39	4,49	2,87	7,22	9,19	8,60	5,24	2,62	1,54	1,05	0,78	0,60	0,48	0,39	0,33	0,28	0,23
C	3,35	6,20	12,65	15,37	14,74	8,28	4,64	12,64	15,00	15,08	8,43	3,96	2,37	1,57	1,12	0,83	0,64	0,51	0,42	0,34	0,29
D	4,90	10,57	22,66	24,30	23,63	17,26	10,52	21,81	23,64	24,76	16,32	6,71	3,50	2,15	1,46	1,06	0,80	0,63	0,50	0,41	0,34
E	6,09	12,90	23,65	24,82	23,58	17,34	12,23	22,28	24,20	24,78	18,15	8,52	4,32	2,59	1,75	1,26	0,95	0,74	0,58	0,47	0,39
F	6,15	11,73	21,46	27,42	24,63	15,42	12,30	19,78	26,74	26,38	17,41	8,42	4,28	2,70	1,92	1,42	1,07	0,83	0,66	0,53	0,43
G	5,61	10,03	22,15	45,38	28,66	15,47	13,19	18,52	38,73	40,98	20,17	8,81	3,39	2,58	2,03	1,54	1,17	0,91	0,71	0,57	0,46
H	4,98	8,66	20,88	46,76	29,81	15,91	13,77	17,55	41,00	46,30	38,08	17,34	4,49	3,02	2,23	1,66	1,25	0,96	0,76	0,61	0,49
I	4,96	8,62	20,79	46,50	29,82	16,00	13,85	17,58	40,81	46,26	39,08	17,86	4,63	3,05	2,24	1,66	1,25	0,97	0,76	0,61	0,49
J	4,31	6,95	15,19	36,79	35,38	25,33	22,70	23,71	28,04	44,87	75,65	42,29	10,51	4,37	2,57	1,78	1,31	1,00	0,79	0,63	0,51
K	3,75	5,39	8,32	14,08	32,16	36,21	35,65	33,72	22,63	39,62	52,78	30,67	10,36	4,77	2,74	1,83	1,33	1,01	0,80	0,64	0,52
L	3,39	4,66	6,59	10,55	32,04	54,69	40,77	42,92	43,14	56,80	32,64	8,22	6,96	4,30	2,66	1,80	1,31	1,00	0,79	0,63	0,52
M	3,20	4,54	7,18	14,74	48,18	75,94	22,87	34,57	34,69	51,50	58,06	16,26	7,00	3,80	2,41	1,68	1,24	0,96	0,76	0,62	0,51
N	3,07	4,50	7,51	15,92	49,85	78,10	21,32	17,78	18,11	21,55	24,36	10,61	4,73	3,00	2,06	1,51	1,15	0,90	0,72	0,59	0,49
O	2,89	4,31	7,20	14,64	44,73	77,87	21,11	13,86	11,68	9,81	8,87	5,53	3,20	2,30	1,73	1,32	1,04	0,83	0,67	0,56	0,46
P	2,63	3,94	6,46	11,97	25,77	36,59	14,82	10,29	8,50	6,48	5,14	3,68	2,54	1,88	1,45	1,15	0,92	0,75	0,62	0,52	0,44
Q	2,27	3,36	5,40	9,15	13,99	14,85	11,15	8,17	6,37	4,75	3,58	2,67	2,00	1,54	1,22	0,98	0,81	0,67	0,56	0,47	0,40

Fig 6: Valores de campo magnético en microteslas en los puntos de intersección de la cuadrícula de la figura 5. Los valores recuadrados son los más cercanos al vallado del parque.

## 6. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el parque de 220 kV AIS del proyecto tipo, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100  $\mu\text{T}$ ., límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de subestaciones eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

## 7. CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad del parque de 220 kV AIS del proyecto tipo, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100  $\mu\text{T}$  para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.



## 8. REFERENCIAS

- [1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup “Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations” 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.
- [2] C. Munteanu, C. Diaconu, I. T. Pop, and V. Topa “Electric and Magnetic Field Distribution Inside High Voltage Power Stations from Romanian Power Grid” International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion. IEEE.
- [3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu “Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO” 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference.

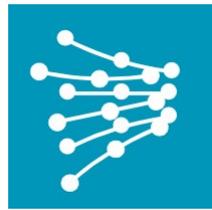
Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# NUEVA SUBESTACIÓN TIERRA ESTELLA 220 kV

DOCUMENTO 6  
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS



## 1. OBJETO

En virtud de lo establecido en el Art. 56.1 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (LSE) y en el Art. 149.1 del 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, la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública, lleva implícita, en todo caso, la necesidad de ocupación de los bienes o de adquisición de los derechos afectados e implica la urgente ocupación a los efectos del Art. 52 de la Ley de Expropiación Forzosa.

Por ello, en cumplimiento de lo prescrito en las citadas leyes, se integra en este Proyecto de Ejecución el presente Anexo de Afecciones a los mencionados efectos de urgente ocupación de la Ley de Expropiación Forzosa.

En el correspondiente expediente administrativo, RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA S.A.U. asumirá la condición de entidad beneficiaria.

## 2. JUSTIFICACIÓN

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. (en adelante RED ELÉCTRICA), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

En el ejercicio de las citadas funciones y en orden al efectivo cumplimiento de las finalidades relativas al transporte de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA ha proyectado la nueva subestación de TIERRA ESTELLA 220 kV.



### 3. AFECCIONES

El establecimiento de la instalación proyectada denominada “NUEVA SUBESTACIÓN DE TIERRA ESTELLA 220 kV, requiere la expropiación de los bienes y derechos necesarios de:

- La expropiación permanente o del pleno dominio de la superficie de terreno ocupado por la nueva subestación proyectada.
- La ocupación temporal de los terrenos necesarios para movimiento de maquinaria y acopio de material en la fase de ejecución de obra.

### 4. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA SUBESTACIÓN

La construcción de la nueva subestación de TIERRA ESTELLA 220 kV, supone la afección, en los términos legalmente previstos, de la parcela que se indica en la relación que figura en el cuadro adjunto y que a su vez queda reflejado en el plano de proyecto incluido en el Documento nº 3 Planos.

En dicha relación de bienes y derechos se incorporan, en su caso a efectos meramente indicativos los bienes y derechos a cargo de las distintas administraciones y organismos, que pudieran resultar afectados por la instalación.



## NUEVA SUBESTACION TIERRA ESTELLA 220 kV

T M Oteiza (Navarra)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Poligono	Parcela	Superficie parcela (m <sup>2</sup> )	Ocupación Pleno dominio Subestación (m <sup>2</sup> )	Ocupación Pleno dominio Acceso (m <sup>2</sup> )	Ocupación Temporal (m <sup>2</sup> )	Naturaleza del terreno
1		310000000001319049RF	1	439	84.416	13.643	1.616	3.291	TIERRA LABOR SECANO



---

## 5. PLANOS PARCELARIOS.

1.- IMPLANTACIÓN GENERAL. ÁREAS DE OCUPACIÓN: Incluido en el Documento nº3 Planos.

Madrid, septiembre de 2021

El Ingeniero Industrial

**David Gonzalez Jouanneau**

Jefe de Departamento

Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España