HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº.: VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre: JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegio: ARAGÓN Y LA RIOJA
Número colegiado/a: 1937
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/05/21
E-VISADO

Monte de La Rioja, S.A.U.
Carretera de Laguardia, 91-93 - "Edificio Iberdrola".
Tel. +34 941 240282 – Fax +34 941 245650
26009 Logroño (La Rioja)

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.

COMUNIDAD AFECTADA

COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

T. M. TUDELA

MAYO 2021

REVISIÓN C

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

Ingeniería y Proyectos Innovadores S.L.
CIF: B-50996719
Rosa Chacel 8, Local.
50018 - Zaragoza (ESPAÑA)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ÍNDICE PROYECTO

DOCUMENTO 01. MEMORIA

ANEXO 1. CALCULOS ELECTRICOS SUBESTACIÓN y LÍNEA SUBTERRÁNEA

ANEXO 2. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

ANEXO 3. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS SUBESTACIÓN

ANEXO 4. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO 02. PLANOS

DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

DOCUMENTO 01. MEMORIA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS ORTEGA MEDINA
VISADO Nº : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO 3
1.1 ANTECEDENTES 3
1.2 OBJETO DEL PROYECTO 3
2 NORMATIVA DE APLICACION 5
3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 7
3.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LA SERNA PROMOTORES 220 KV 7
3.1.1 Características básicas de la instalación 8
3.1.1.1 Magnitudes eléctricas 8
3.1.1.2 Distancias 8
3.1.1.3 Embarrados 9
3.1.1.4 Configuración y número de posiciones 10
3.1.2 Características de la instalación 11
3.1.2.1 Características de la aparamenta, máquinas de potencia 11
3.1.2.2 Zona Intemperie – Parque Exterior de Alta Tensión 220 kV 11
3.1.2.3 Sistemas auxiliares de c.a. y c.c. 16
3.1.2.4 Sistema de Control y Protección. 18
3.1.2.5 Sistema de medida y facturación. 19
3.1.3 Medidas de seguridad 20
3.1.3.1 Medidas de seguridad en general 20
3.1.3.2 Sistema de enclavamientos: 20
3.1.3.3 Materiales de prevención y seguridad: 20
3.1.3.4 Prevención contra riesgo de incendio en la S.E.T. 21
3.1.4 Sistema de Puesta a tierra subestación 21
3.1.5 Obra civil 22
3.1.5.1 Edificio de control 22
3.1.5.2 Características constructivas del Edificio de Control 23
3.1.5.3 Parque de Intemperie 25
3.1.6 Parcelas Afectadas 26
3.1.7 Plazo de Ejecución 26
3.1.8 Cronograma de Ejecución 27
3.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRONQUE 220 KV. 28
3.2.1 Recorrido previsto 28
3.2.2 Afecciones por el paso de las líneas. 28
3.2.3 Características de la instalación 28
3.2.4 Canalización Subterránea 29
3.2.5 Características del cable de potencia 29
3.2.6 Empalmes Cable Eléctrico 31
3.2.7 Terminales del cable 33
3.2.8 Sistema de Puesta a Tierra del cable. Tipo de instalación 33
3.3 CÁMARAS DE EMPALME 34
3.3.1 Plazo de Ejecución 34
3.3.2 Cronograma de Ejecución 35
4 CONCLUSIÓN 36

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

Como consecuencia de la petición realizada por parte de los diferentes promotores de las centrales de generación eléctrica de tecnología eólica a instalar en diversos términos municipales de las provincias de La Rioja, Zaragoza y Navarra, se realiza el presente proyecto técnico administrativo, con la finalidad de definir la subestación seccionadora necesaria para poder conectar dichas centrales de generación eléctrica a la red de transporte eléctrico.

Dichas centrales evacuarán la energía generada a través de nuevas subestaciones colectoras. Desde estas subestaciones saldrán líneas eléctricas en el nivel de tensión de 220 kV, hasta llegar a la futura subestación La Serna Promotores, a partir de allí y a través de un entronque subterráneo en la actual línea aérea Alcarama-La Serna (REE) se llevará la energía generada por dichas centrales a la actual Subestación LA Serna 220 kV (propiedad de Red Eléctrica de España, en adelante REE) y punto de entrega de la energía.

Por un principio de eficiencia, minimización de impacto ambiental y reducción de costes hay muchos antecedentes de instalaciones renovables que comparten instalaciones eléctricas de evacuación de energía. En este sentido ha orientado la Administración y la propia Legislación: según establecía el artículo 20.5 del Real Decreto 2818/1998, de 23 diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración: "Siempre que sea posible se procurará que varias instalaciones productoras utilicen las mismas instalaciones de evacuación de la energía eléctrica, aun cuando se trate de titulares distintos".

Siguiendo el criterio del párrafo anterior, todos titulares de los parques eólicos anteriormente indicados, han llegado a un acuerdo para desarrollar, explotar y mantener conjuntamente las instalaciones eléctricas colectoras necesarias para la evacuación de éstos parques.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es por un lado la descripción de la subestación seccionadora denominada como LA SERNA PROMOTORES y por otro la línea subterránea 220 kV de entronque para la conexión con la actual línea aérea Alcaraman- La Serna 220 kV (REE), las cuales corresponden a las infraestructuras de evacuación compartidas necesarias para la evacuación de la energía eléctrica generada por los parques eólicos.

La denominación de estos parques eólicos desarrollados por diferentes promotores, y sus correspondientes potencias nominales previstas instaladas son las siguientes:

IGREs	P.inst/P.Nom [MW]	Municipios	Provincia	Titular	Código de proceso
IGREs en servicio -PES- con conexión actual y definitiva en La Serna 220 kV					
PE Igea-Cornago Sur 1ª Fase	28	Cornago, Cervera del Río Alhama, Igea	La Rioja	MOLINOS DE LA RIOJA, S.A.	GEE_596_06
PE Alcarama I	6,8	Cornago, Valdemadera	La Rioja	IBERDROLA RENOVABLES LA RIOJA, S.A.	GEE_082_03
PE Alcarama II	45,05	Cornago, Cervera del Río Alhama, Igea	La Rioja		
IGREs previstas con Permiso de acceso y conexión previo a la presente					
PE Sangorrín (iv)	100	Sos del Rey Católico, Castiliscar, Uncastillo, Luesia, Sádaba, Biota, Ejea de los Caballeros, Asin, Orés	Zaragoza	PLANTA SOLAR OPDE 36, S.L.	RCR_747_19
PE Miramon (iv)	72			PLANTA SOLAR OPDE 37, S.L.	
IGREs previstas con Permiso de acceso por la presente					
PE Los Chopos (v)	42	Cintruenigo, Fitero	Navarra	ENEL GREEN POWER ESPAÑA, S.L.	RCR_2524_21
PE Vientos del Cierzo (v)	42	Cintruenigo, Fitero, Tudela	Navarra		

Figura 1. Parques Eólicos. Nudo La Serna 220 kV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD 0-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Cada parque eólico evacuara previamente la energía generada en las subestaciones colectoras correspondientes, las cuales conectaran con la Subestación La Serna Promotores en el nivel de 220 kV. Y de ésta última a la subestación actual de La Serna 220 kV, en donde es el punto de conexión con la red de transporte.
Con todo ello, se pretende la obtención tanto de la correspondiente Autorización Administrativa Previa como la consiguiente Autorización Administrativa de Construcción.

Esta instalación eléctrica común es la siguiente:

1.- Subestación Eléctrica La Serna Promotores 220 kV: Se trata de una nueva subestación seccionadora, situada en el término municipal de Tudela, que albergará cuatro posiciones de línea, necesarias para la conexión al nivel de 220 kV de los parques eólicos indicados y toda la aparamenta necesaria.

2.- Línea Eléctrica Subterránea de conexión 220 kV: Consiste de una derivación en subterránea en el nivel de 220 kV, que permitirá la conexión de la mencionada futura subestación La Serna Promotores 220 kV con la actual línea aérea existente de Alcarama-La Serna 220 kV, permitiendo de esta manera la conexión con la actual subestación La Serna 220 kV propiedad de REE.

El municipio afectado por la implantación de estas infraestructuras es Tudela (Comunidad Foral de Navarra).

Los promotores del presente proyecto son los siguientes:

- MOLINOS DE LA RIOJA, S.A.U. CIF A26307736
  Dirección: Ctra. de Laguardia, 91-93 · CP 26009 · Logroño · La Rioja

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

2 NORMATIVA DE APLICACION

SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

OBRA CIVIL

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.- Remates de obras.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctricas de España.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

3.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LA SERNA PROMOTORES 220 KV

Tal y como se ha indicado inicialmente, para la evacuación de la energía generada en los parques eólicos referenciados anteriormente en la Tabla 1, se propone la construcción de una nueva subestación seccionadora denominada "*Subestación La Serna Promotores*", desde donde se evacuará, mediante un entronque subterráneo que se va a ejecutar en el nivel de 220 kV.

La instalación objeto del presente apartado estará emplazada en el término municipal de Tudela, provincia de Navarra y consiste en el siguiente elemento:

- Subestación Seccionadora en 220 kV para la evacuación de varias centrales de generación eólica, contará con unas dimensiones aproximadas de 50,50 metros de ancho x 71,30 metros de longitud.

Las coordenadas UTM de las cuatro esquinas de la Subestación son:

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609.010,83	4.661.392,72
2	609.042,74	4.661.431,86
3	609.098,00	4.661.386,81
4	609.066,09	4.661.347,67

Figura 2. Coordenadas UTM Nueva Subestación La Serna Promotores

La Subestación estará constituida en un nivel de tensión del parque a 220 kV; dicho nivel de tensión se materializará en un parque exterior o intemperie a 220 kV en una configuración de simple barra. La función y composición de este parque, consiste esquemáticamente en:

<u>Parque de intemperie a 220 kV:</u>

Tiene como función la conexión al nivel de 220 kV de toda la energía eléctrica generada por los parques eólicos a través de la llegada tres líneas de 220 kV procedentes de otras subestaciones elevadoras como son la Subestación Sangorrín, Subestación PE Los Chopos y la actual Subestación existente de Alcarama, para conectar con la nueva subestación La Serna Promotores. Por lo tanto, el parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - Posición de línea LSAT SET LA SERNA 220 kV.
  - Posición de línea LSAT SET ALCARAMA.
    (Para evacuación de los parques eólicos: Igea-Cornago Sur, Alcarama I y Alcarama II).
  - Posición de línea LSAT SET SANGORRÍN.
    (Para evacuación de los parques eólicos: Sangorrín y Miramon).
  - Posición de línea LSAT SET PE LOS CHOPOS.
    (Para evacuación de los parques eólicos: Los Chopos y Vientos del Cierzo).

La descripción detallada de las instalaciones eléctricas, se contempla en los apartados siguientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3.1.1 Características básicas de la instalación

Tal y como se ha indicado anteriormente la subestación eléctrica, estará compuesta por un Parque Intemperie a 220 kV. Se atenderán los siguientes datos los cuales corresponden a este nivel de tensión.

3.1.1.1 Magnitudes eléctricas

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

Parque 220 kV

Tensión nominal..... 220 kV
Tensión más elevada para el material (Ve) ..... 245 kV
Neutro .....Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico ..... 40 kA
Tiempo de extinción de la falta.....0,5 seg
Nivel de aislamiento:
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra ..... 460 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 1.050 kV
Línea de fuga mínima para aisladores..... 7.595 mm (31 mm/kV)

3.1.1.2 Distancias

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

Conductores tendidos:

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable. Estas distancias tendrán que ser comprobadas mediante una memoria de cálculo.

Parque 220 kV

Conductor - estructura.....2.100 mm
Conductor - conductor.....2.100 mm

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:
a) Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
b) 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:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Parque 220 kV

Entre ejes de aparellaje.....4.000 mm

Anchura de calle.....13.500 mm

Altura de embarrados de interconexión entre aparatos ..... 6.000 mm

Altura de barras principales .....10.500 mm

Comunes

Anchura de vial de acceso .....5.000 mm

Anchura de viales de servicio.....3.000 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.

3.1.1.3 Embarrados

Disposición y tipo de embarrado

Los conductores desnudos en el parque de intemperie estarán dispuestos en dos niveles:

Parque 220 kV

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con cable dúplex de aluminio-acero/con.

Embarrados en cable

Tal y como se ha indicado anteriormente, en el parque de 220 kV, la interconexión del aparellaje y los tendidos altos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero, los cuales tendrán la siguiente configuración y características:

Parque 220 kV

Formación .....Dúplex

Tipo .....RAIL

Sección total del conductor .....517,3 mm²

Diámetro exterior ..... 29,61 mm

Intensidad admisible permanente a 35º C de temperatura ambiente y 75º C en conductor ..... 2.064 A (en configuración dúplex)

Embarrados en tubo

Parque 220 kV

Las características de los tubos destinados a las barras principales serán las siguientes:

Aleación.....AlMgSiO, 5 F22

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Diámetros exterior/interior ..... 150/134 mm

Sección total del conductor .....3.567 mm²

Intensidad admisible permanente a 80º C .....3.890 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.

3.1.1.4 Configuración y número de posiciones

Parque de intemperie de 220 kV:

Tal y como se ha indicado anteriormente, éste parque de 220 kV, tiene como función la conexión de la energía eléctrica generada por las plantas renovables a este nivel de tensión para poder evacuar mediante una nueva conexión subterránea en 220 kV a la red de transporte conectando con la subestación eléctrica de La Serna 220 kV (propiedad de Red Eléctrica de España).
El parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuantro posiciones de Línea 220 kV :
    - Posición de línea SET La Serna 220 kV (REE).
    - Posición de línea SET Alcarama.
    - Posición de línea SET Sangorrín.
    - Posición de línea SET PE Los Chopos.

La aparamenta a instalar en dicho parque 220 kV será la siguiente:

Posición	Aparamenta	Identificación Elemento	Cantidad
Posición de línea SET La Serna 220 kV (Pos. 11)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-11	3
	Interruptor automático unipolar	52-11	3
	Transformadores de Intensidad	TI-11	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-11	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-11	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-11 (57-11)	1
Posición de línea SET Alcarama (Pos. 12)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-12	3
	Interruptor automático unipolar	52-12	3
	Transformadores de Intensidad	TI-12	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-12	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-12	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-12 (57-12)	1
Posición de línea SET SANGORRÍN (Pos. 13)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-13	3
	Interruptor automático unipolar	52-13	3
	Transformadores de Intensidad	TI-13	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-13	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-13	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-13 (57-13)	1

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Posición	Aparamenta	Identificación Elemento	Cantidad
Posición de línea SET PE LOS CHOPOS (Pos. 14)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-14	3
	Interruptor automático unipolar	52-14	3
	Transformadores de Intensidad	TI-14	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-14	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-14	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-14 (57-14)	1
Posición de Barras (simple barra)	Transformadores de tensión inductivo	TTB	3

- Control y protecciones:

En los esquemas unifilares de protección y medida de 220 kV, se refleja además el equipamiento preciso en cuanto a mando, protecciones, control y aparatos de medida, necesario para una explotación fiable de la instalación.
Los correspondientes cuadros de control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones se instalarán en recintos específicos "Sala de Control" y "Servicios auxiliares" del Edificio de Control.

3.1.2 Características de la instalación

Para la totalidad de la Subestación La Serna Promotores, se prevé una zona rectangular de aproximadamente unas dimensiones: 71,30 m de largo por 50,50 m de ancho. Este espacio estará limitado y protegido con un cierre de malla de 2,40 m de altura mínima, para evitar contactos accidentales desde el exterior y el acceso a la instalación de personas extrañas a la explotación.
En el interior del recinto indicado se implantará un Edificio de Control, para el conjunto de promotores de dimensiones exteriores 12,20 m de largo por 10,25 m de ancho.
En la zona intemperie se han previsto pasillos y zonas de protección de embarrados, aparatos y cerramiento exterior, que cumplimentan la ITC-RAT 15, apartado 3. Por este motivo se colocará el aparellaje sobre soportes metálicos galvanizados de altura conveniente.
En el cerramiento se ha previsto una puerta peatonal y otra de 5 m con vial interior, para que un camión - grúa realice con facilidad la carga y descarga de la aparamenta exterior y demás elementos.

3.1.2.1 Características de la aparamenta, máquinas de potencia

Se relaciona a continuación la aparamenta que se instalará en la Subestación, toda ella con el nivel de aislamiento definido anteriormente.
Para aislamiento en aire, los aisladores serán de línea de fuga mínima de 7.595 mm, equivalente a 31 mm/kV (línea de fuga contaminación Extra alto), referida a la tensión nominal más elevada para el material de 245 kV.

3.1.2.2 Zona Intemperie – Parque Exterior de Alta Tensión 220 kV

La disposición de la Zona intemperie de A.T., se refleja en el Plano 'Planta General SET'. El tipo de aparellaje y su conexionado se contemplan en los Esquemas unifilares de protección y medida.
La subestación Seccionadora La Serna 220 kV en el parque 220 kV, responderá a las siguientes características principales:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Tensión Nominal: 220 kV
- Tensión más elevada para el material (Um): 245 kV
- Tecnología: AIS
- Instalación: INTEMPERIE
- Configuración: Simple Barra
- Intensidad de cortocircuito de corta duración: 40 kA

Aparamenta 220 kV:

Las características eléctricas principales del aparellaje a instalar en el Parque intemperie a 220 kV, son:

- Interruptor unipolar de 220 kV:

Serán de mando unipolar, con cámaras de corte en SF6, y con las siguientes características:

Tipo ..... corte en SF6

Instalación ..... Intemperie

Tensión más elevada para el material ..... 245 kV

Tensión de prueba a frecuencia

Industrial 50 Hz, 1 minuto ..... 460 kV

Tensión de prueba con onda de

choque 1,2μs(kV cresta) ..... 1.050 kV

Intensidad nominal

- Posición La Serna 220 kV (REE) ..... 3.150 A
- Resto de Posiciones..... 2.000 A

Poder de corte nominal en cortocircuito:

- Valor eficaz de la componente periódica ..... 40 kA
- Poder de cierre nominal en cortocircuito..... 100 kA

Número de polos.....3

Frecuencia nominal..... 50 Hz

Elementos auxiliares:

. Tensión de mando de las bobinas de cierre y disparo..... 125 V c.c.+15%-30%

. Tensión de alimentación del motor de carga de resortes .....125 V c.c.±15%

. Tensión de alimentación de los circuitos de calefacción y de la toma auxiliar de fuerza ..... 230±10%V c.a.

- Seccionador de línea de 220 kV con puesta a tierra:

Serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar motorizado, con cuchillas de puesta a tierra y de las siguientes características:

Instalación ..... 3 columnas/Intemperie

Tensión máxima de servicio ..... 245 kV

Frecuencia nominal..... 50 Hz

Intensidad nominal en servicio continuo (Posición La Serna 220 kV REE) 3.150 A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001...
JOSE LUIS OVELLERO MEDINA
VISADO Nº. : VD...-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Intensidad nominal en servicio continuo (Resto de posiciones) ..... 2.000 A

Intensidad admisible máxima de corta

Duración (1 s) ..... 40 kA

Intensidad dinámica (valor cresta) ..... 100 kA

Niveles de aislamiento:

* Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz,1 minuto, bajo lluvia: .... 460 kV

* Tensión de ensayo con onda de choque tipo rayo 1,2/50µs(valor cresta):1.050 kV

- Seccionador de barras de 220 kV

Serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar motorizado, y de las siguientes características:

Instalación ..... 3 columnas/Intemperie

Tensión máxima de servicio ..... 245 kV

Frecuencia nominal ..... 50 Hz

Intensidad nominal en servicio continuo (Posición La Serna 220 kV REE) 3.150 A

Intensidad nominal en servicio continuo (Resto de posiciones) ..... 2.000 A

Intensidad admisible máxima de corta

Duración (1 s) ..... 40 kA

Intensidad dinámica (valor cresta) ..... 100 kA

Niveles de aislamiento:

* Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz,1 minuto, bajo lluvia: .... 460 kV

* Tensión de ensayo con onda de choque tipo rayo 1,2/50µs(valor cresta):1.050 kV

- Pararrayos de 220 kV:

Los pararrayos deberán tener las siguientes características:

Instalación/tipo ..... Intemperie/Zn 0

Tensión máxima de servicio entre fases ..... 245 kV

Tensión nominal ..... 198 kV

Frecuencia nominal ..... 50 Hz

Tiempo máximo de falta a tierra 1s

Tensión operación continua ..... 156 kV

Intensidad nominal de descarga ..... 10 kA

Tipo de servicio ..... continuo

Clase 3

Equipamiento ..... Contador de descargas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Transformadores de intensidad:

-Servicio	Intemperie
-Tensión máxima de servicio entre fases	245 kV
-Frecuencia nominal	50 Hz
-Relación de transformación	
○ Posición Línea La Serna 220 kV	1000-2000/5-5-5-5 A
○ Posición Línea Alcarama	500-1000/5-5-5-5 A
○ Posición Línea Sangorrín	500-1000/5-5-5-5 A
○ Posición Línea PE Los Chopos	250-500/5-5-5-5 A
-Potencias de precisión	20VA - 50VA - 50VA - 50VA
-Clase de precisión	cl. 0.2s – cl.0,5 – 5P20 – 5P20
-Sobreintensidad en permanencia	1,2 In
-Intensidad límite térmica (1s)	80 In (min 50 kA)
-Intensidad límite dinámica	200 In (min 2,5 Itermica)

- Transformadores de tensión inductivo de barras:

- Tensión nominal	220 kV
- Servicio	Intemperie
- Tensión máxima de servicio entre fases	245 kV
- Frecuencia nominal	50 Hz
- Relación de transformación	220.000:√3 /110:√3 - 110:√3 -110: √3 V
- Potencias de precisión	20 VA-50VA-50VA
- Clase de precisión:	cl- 0.2 – cl. 0.5 3P – cl. 0.5 3P
- Intensidad límite térmica (1s)	80 In (min 40 kA)
- Intensidad límite dinámica	200 In (min 2,5 Itermica)
- Nivel de aislamiento	
A frecuencia industrial 1 minuto	460 kV
A impulso	1.050 kV

- Transformadores de tensión inductivo de línea:

- Tensión nominal	220 kV
- Servicio	Intemperie
- Tensión máxima de servicio entre fases	245 kV
- Frecuencia nominal	50 Hz
- Relación de transformación	220.000:√3 /110:√3 - 110:√3 - 110:√3
- Potencias de precisión	20 VA - 50VA - 50VA
- Clase de precisión	cl- 0.2 – cl. 0.5 3P – cl. 0.5 3P
- Intensidad límite térmica (1s)	80 In (min 40 kA)
- Intensidad límite dinámica	200 In (min 2,5 Itermica)
- Nivel de aislamiento	
A frecuencia industrial 1 minuto	460 kV
A impulso	1.050 kV

(*) NOTA: Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión de los transformadores de medida se adaptarán a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007), a sus Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas en la Orden

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

TEC/1281/2019 y al sistema de protección y medida considerados en los Procedimientos de Operación del Sistema.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS ORTEGA MEDINA
VISADO Nº : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Aisladores de apoyo

Los aisladores soporte para apoyo de las barras principales son de las siguientes características:

- Tipo	C10 -1050
- Carga de rotura a flexión	10.000 N
- Carga de rotura a torsión	4.000 Nm
- Longitud línea de fuga	≥ 7.595 mm

El resto de los aisladores soporte, serán de las siguientes características:

- Tipo	C6 -1425
- Carga de rotura a flexión	8.000 N
- Carga de rotura a torsión	4.000 Nm
- Longitud línea de fuga	≥ 10.500 mm

3.1.2.3 Sistemas auxiliares de c.a. y c.c.

Los servicios auxiliares estarán constituidos fundamentalmente por las fuentes de alimentación y los sistemas de distribución de energía eléctrica, que son necesarios para asegurar el funcionamiento de la instalación.
Se establecerán dos fuentes de alimentación independientes para dar suministro a las necesidades derivadas para el funcionamiento fiable de la instalación.
Dichas fuentes de alimentación serán las siguientes:

- Alimentación principal: A través del transformador de tensión conectado en barras principales de 220 kV.
- Alimentación secundaria: Procedente desde una línea de baja tensión fiable y preferentemente independiente de la red de distribución de la zona, la cual deberá de ser solicitada a la compañía eléctrica distribuidora de la zona.

Alimentación tercera: instalación de un grupo electrógeno con potencia suficiente para realizar la operación normal de la subestación, en cuanto a los servicios esenciales se refiere.
Los servicios auxiliares de la instalación se alimentarán a través de una de estas dos alimentaciones eléctricas en baja tensión.
Se ha proyectado, además, la instalación de un grupo electrógeno con potencia suficiente para realizar la operación normal de la instalación en caso de que corte del suministro eléctrico de manera eventual.
Ambas fuentes alimentan un Cuadro Principal de Corriente Alterna. La conmutación de las fuentes de alimentación principales será automática y se realiza en el Cuadro Principal de Corriente Alterna.
Las condiciones de explotación de la instalación dependerán del tipo de fuente de alimentación que se tenga.
Desde el Cuadro Principal de Corriente Alterna se distribuye la alimentación a los distintos equipos del recinto de medición (fuerza y climatización, alumbrado, sistema de seguridad, medición y comunicaciones) con las condiciones de seguridad requeridas por los Procedimientos de Operación.
Aquellos sistemas de servicios auxiliares necesarios en la instalación se materializarán en un único cuadro que deberá ser capaz de soportar sin daño o deformaciones permanentes las solicitudes mecánicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante un segundo.
El cuadro de Servicios Auxiliares de c.a. y c.c. deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 439 de la CEI y deberán tener las siguientes características nominales:

- Cuadro de servicios auxiliares de c.a.

- Tensión nominal de servicio	400/230 V
- Tensión nominal de aislamiento	500 V
- Frecuencia nominal	50 Hz

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto — 2.500 V
- Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado — 125 A
- Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s — 15 KA
- Valor de cresta de la intensidad Momentánea admisible nominal — 31,5 KV

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 157-1 de la CEI y deberán tener las siguientes características nominales:

- Tensión nominal de servicio — 400 V
- Tensión nominal de aislamiento — 660 V
- Frecuencia nominal — 50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto — 2.500 V
- Poder de corte de los interruptores automáticos. — 4,5 KA

La intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores automáticos de salida corresponderá a la potencia conectada, dichas características puede observarse en el esquema unifilar de corriente alterna.

- <u>Cuadro de servicios auxiliares de 125 Vc.c.</u>

Desde el Cuadro Principal de Corriente Alterna se alimenta a los dos 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.

- Tensión nominal de servicio — 125 V c.c.
- Tensión nominal de aislamiento — 250 V c.c.
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto — 2.000 V c.a.
- Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado — 100 A c.c.
- Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s — 10.000 A c.c.

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 151-1 del CEI y deberá tener las siguientes características nominales:

- Tensión nominal de servicio — 125 V
- Tensión nominal de aislamiento — 660 V
- Frecuencia nominal — 50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia Industrial durante 1 minuto — 2.500 V
- Intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores de salida — Según potencia.
- Poder de corte en cortocircuito a una tensión de 125 V c.c. — 10 kA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Cuadro de servicios auxiliares de 48 Vc.c. (en caso de ser necesario dicho nivel de tensión).

- Tensión nominal de servicio	48 V c.c.
- Tensión nominal de aislamiento	250 V c.c.
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto	2.000 V c.a.
- Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado	100 A c.c.
- Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s	10.000 A c.c.

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 151-1 del CEI y deberá tener las siguientes características nominales:

- Tensión nominal de servicio	48 V
- Tensión nominal de aislamiento	660 V
- Frecuencia nominal	50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia Industrial durante 1 minuto	2.500 V
- Intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores de salida	Según potencia.
- Poder de corte en cortocircuito a una tensión de 125 V c.c.	10 kA

Grupo Electrógeno para servicios esenciales.

Se ha proyectado, además la instalación de un grupo electrógeno con potencia suficiente para realizar la operación normal de la subestación, en cuanto a los servicios esenciales se refiere. Esta fuente alimentará al Cuadro Principal de Corriente Alterna. La conmutación de las fuentes de alimentación principales es automática y se realiza en el Cuadro Principal de Corriente Alterna mediante un autómata programable.

3.1.2.4 Sistema de Control y Protección.

Cuadro de control

Los armarios de control de las instalaciones de 220 kV, contendrá debidamente montados, conexionados y presentados en el frontal con esquema – sinóptico los conmutadores de mando y posicionado, elementos de señalización y alarmas. También se instalarán convertidores de medida para distintas magnitudes eléctricas (V, A, cos φ, KW, KVAr, KWh, KVArh,).

Protecciones

Se prevén paneles de protecciones con las funciones de:

- Protecciones de enlace o interconexión con subestación entrega y recepción de energía. 4 Uds.
- Posición de protección de diferencial de Barras: 1 Ud.

En el frontal de los paneles, se montarán los relés que materializan el sistema de protecciones, que son probablemente una de las partes más importantes del diseño completo de un sistema de potencia. Para un funcionamiento óptimo de todos los parques fotovoltaicos es necesario garantizar una coordinación entre las protecciones propias de los mismos, las de la propia subestación y las de la Red de Transporte.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Las protecciones de desconexión de la instalación tienen por objeto:

- Impedir el mantenimiento de tensión, por parte de la subestación, en las redes que queden en isla ante defectos en la red.
- Desconectar la subestación de la red en caso de que aparezca un defecto interno.
- Permitir el funcionamiento normal de las protecciones y automatismos de la red receptora.

Las protecciones que se equipan en la Subestación de 220 kV son las siguientes:

Protecciones obligatorias en la interconexión

- Protección de máxima tensión (59).
- Protección de mínima tensión (27).
- Protección de sincronismo (25).
- Protección de máxima tensión homopolar (64).
- Tres relés instantáneos de máxima intensidad (50) (se sitúa un juego en la posición de transformador).

Protecciones exigidas en la interconexión

- Protección fallo de interruptor y direccional (21/79/50S-62/67).
- Protección diferencial longitudinal de línea (87L).

Hay además un equipo de teledisparo que provocaría la apertura del interruptor del lado opuesto de la línea de evacuación, integrado en ambas protecciones diferenciales.

3.1.2.5 Sistema de medida y facturación.

Sistema de facturación

Tanto la medida principal como la medida redundante se instalaran según el acuerdo entre el interlocutor único de las plantas y la compañía eléctrica (REE). En estos contadores, contendrá la energía generada total por todas las plantas eólicas previstas. Deberá de contarse con una medida comprobante para discernir la generación de cada planta eólica. Por otro lado las pérdidas en el transporte deberán de repercutirse en la facturación final en cada una de éstas plantas.
Se establece inicialmente un sistema de medida de principal de todas las plantas de generación a evacuar, en la posición de conexión con la subestación La Serna 220 kV de REE, la cual forma parte de la instalación de enlace. Deberá de estar de acuerdo a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007) y lo indicado en la Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
Dicho sistema de medida se materializarán en el nivel de 220 kV y a través de los sistemas de medida incluidos en la misma posición de línea y barras principales.
La medida principal se llevará a cabo a través del secundario de los 3 transformadores de intensidad (TI-11) de la posición de línea indicada, con potencia de precisión 20 VA y clase 0,2s, y de los 3 transformadores de tensión inductivos de la misma posición de potencia de precisión 20 VA y clase 0,2.
Finalmente se establece una medida comprobante en cada una de las tres posiciones de llegada de líneas a través del correspondiente transformador de intensidad de la posición con potencia de precisión 20 VA y clase 0,2s, y de los 3 transformadores de tensión de la posición de línea, de potencia de precisión 20 VA y clase 0,2.

Dando cumplimiento al Reglamento de Medida y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, se prevén equipos contadores – registradores de energía activa y reactiva, de clase 0,2 para la primera y clase 0,5 para la segunda; estarán alojados en armario precintable dentro de la sala de control.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

La medida redundante tiene características análogas, y estará contenida, igualmente, en un armario independiente, precintable, y en la misma sala.

Sistema de medida

Finalmente también en los Cuadros de control y Paneles de protecciones de la posición de línea en el nivel de 220 kV, se han previsto convertidores de medida de intensidad, tensión, potencia activa y reactiva.

3.1.3 Medidas de seguridad

3.1.3.1 Medidas de seguridad en general

Cumplimentando lo exigido en el R.D. 1627/1997, de 20.10.97 y al amparo de la Ley 31/1995 de 6.11.97, se redacta un ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD, en el que se analizan los riesgos que se presentan en este tipo de montajes, y se proponen las medidas preventivas necesarias para alcanzar un alto grado de seguridad y salud de los trabajadores.
Finalmente, a nivel de ejecución, la Contrata, tomando como base el estudio mencionado, deberá proponer un Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus equipos y métodos de ejecución.

Medidas de seguridad eléctricas específicas del diseño del Proyecto:

- Riesgo por contacto directo:

No existe riesgo por contacto directo, puesto que el aparellaje de Baja y Media Tensión, está contenido en cuadros y celdas de chapa de acero.
Paralelamente se ha previsto un sistema de enclavamiento y materiales de prevención y seguridad que se exponen seguidamente.

3.1.3.2 Sistema de enclavamientos:

Con la doble finalidad de protección del personal y de evitar falsas maniobras que puedan producir la destrucción de algún aparato, se establecerá un sistema de enclavamientos mecánicos mediante cerraduras y eléctricos que elimine este peligro, de manera, que nunca se puedan, accionar los seccionadores de Alta Tensión, sin antes haber desconectado el interruptor automático que le sigue.
Por lo tanto los seccionadores tendrán un sistema de enclavamiento de tal forma que no se podrán abrir sin previamente desconectar el interruptor automático correspondiente. Dispondrán también de un enclavamiento interno entre las cuchillas principales y las de puesta a tierra.
En general se adoptarán los siguientes:
Para enclavamientos mecánicos:

- Seccionador en vacío con disyuntores.
- Seccionadores (interno), cuchillas principales con las de puesta a tierra (P.T.).

Para enclavamientos eléctricos:

- Seccionadores con disyuntores.
- Relé de bloqueo por disparo disyuntor.

3.1.3.3 Materiales de prevención y seguridad:

Para la debida protección del personal especializado a cuyo cargo queda la instalación de alta tensión, se ha dotado a ésta, del material de prevención y seguridad siguiente:

- Plataforma aislante nivel 220 kV.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Pértiga de servicio de 6,00 m de longitud, nivel de aislamiento 220 kV,
- Casco con pantalla protectora de descargas eléctricas.
- Guantes aislantes de 220 kV.
- Puestas a tierra y en cortocircuito.
- Discos de indicación de peligro riesgo eléctrico s/UNESA 0202 A y de señalización en general.
- Placa de primeros auxilios a prestar a los accidentados por corriente eléctrica.
- Alumbrado de emergencia.

- Riesgo de contacto indirecto:

Se presenta cuando partes de la instalación que normalmente están libres de tensión (cuadros y estructuras en general), adquieren potencial eléctrico cuando existe un defecto de aislamiento.

Las medidas de seguridad adoptadas consisten en:

- Limitar la intensidad de defecto mediante la utilización en M.T. de reactancia de puesta a tierra.
- Equipotencialidad en el interior de toda la subestación.
- Eliminación del defecto, mediante disparo por medio de protecciones de sobreintensidad homopolar.
- Instalación de un sistema de puesta a tierra eficaz que limita las tensiones de paso, de contacto y defecto a valores admisibles para la seguridad de las personas y de la instalación; justificando en cálculos según ITC-RAT 13.

3.1.3.4 Prevención contra riesgo de incendio en la S.E.T.

Se han adoptado los materiales y los dispositivos de protección eléctricos que evitan en lo posible la aparición y propagación de un incendio en las instalaciones eléctricas puesto que:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación es difícil por su ubicación y distancias suficientes, según se refleja en los planos.
- La presencia de personal de servicio permanente o detección en la instalación.
- La disponibilidad de medios internos de lucha contra incendios.
- Dispositivos de protección rápida que cortan la alimentación a todos los arrollamientos del transformador intemperie, con relés de sobreintensidad, diferencial, termostato, termómetro, Buchholz y otros, que desconectan los automáticos correspondientes.
- En el parque de intemperie, se ha previsto en la bancada del transformador una arqueta apagafuegos y un foso de recogida de aceite.
- Para extinción de incendios se preverán extintores de CO_2.

3.1.4 Sistema de Puesta a tierra subestación

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad de las instalaciones, siendo parte de este proyecto la descripción de las siguientes redes individuales:

- Parque intemperie a 220 kV.
- Cable de enlace de tierras o de acompañamiento.

Comprenderá, asimismo, las tierras de protección y de servicio; por ser Vd ≤ 1.000 V.

La puesta a tierra, además de asegurar el funcionamiento de las protecciones garantiza la limitación del riesgo eléctrico en caso de defectos de aislamiento, manteniendo las tensiones de paso y de contacto por debajo de los valores admisibles; según la ITC-RAT13.

Se propone para una puesta a tierra única que comprenda:

- Las puestas a tierra de protección que conectarán los siguientes elementos: estructuras,

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS ORTEGA MEDINA
VISADO Nº : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

herrajes, chasis, bastidores, armarios, vallas metálicas y puertas, cuba de transformador, pantallas de los cables y otros.

- Las puestas a tierra de servicio, que comprenden: neutros de transformadores de potencia, circuito de B.T. de los transformadores de medida, autoválvulas, elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra, aparatos y equipos que lo precisen para su funcionamiento.

Conviene resaltar que el sistema de puesta a tierra va a ser único para la totalidad de las instalaciones de alta, media y baja tensión, incluida la estructura del edificio de fábrica, y el pararrayos iónico.

El diseño de la puesta a tierra para los dos niveles de tensión será el siguiente:

Malla de toma de tierra en el parque de 220 kV, con conductor de 120 mm2 de cobre, desnudo, separados 4 m aproximadamente, instalados a una profundidad mínima de 0,60 m, con picas al menos en los extremos de cada tramo la malla, de acero cobreadas de 2 m de longitud y 20 mm∅. Además se prevén 2 líneas perimetrales al cerramiento, una interior y otra exterior; ambas a 1m de distancia de aquel. De dicha malla y también con cable de 120 mm2, se derivará mediante soldadura aluminotérmica a los distintos soportes y aparatos del parque, para su puesta a tierra por medio de piezas de conexión. Todos los conductores que emerjan del terreno llevarán en ese tramo protección mecánica y aislamiento con tubo de PVC rígido. Esta malla se conexiona al edificio control de la S.E.T., desde el punto más próximo con cables de 120 mm2 hasta una caja de conexión y verificación de las tierras, situado en el edificio de la que partirán a su vez la derivaciones, de 120 mm2 de sección, a los Cuadros de Control y B.T., incluso el anillo perimetral del edificio, ejecutado con cable de 120 mm2, al que se conectará el mallazo de reparto.

3.1.5 Obra civil

3.1.5.1 Edificio de control

En la Subestación se construirá un edificio de una planta, de dimensiones adecuadas para albergar las instalaciones y equipos, conforme a los planos de planta del Documento Planos del presente proyecto. El edificio para el control y explotación de la subestación, estará dividido en distintas zonas, al objeto de cubrir las actividades que se van a desarrollar en las instalaciones.

- **Sala de comunicaciones y control – Sala de Operaciones**

En la sala de comunicaciones y control se instalarán los equipos de comunicación y la UCS. Estará equipada con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables.

En este mismo edificio contará con una sala de operaciones equipada para controlar y vigilar los parques eólicos que conectan a esta subestación. El diseño de estas estancias permite una fácil comunicación con las demás dependencias del edificio.

- **Sala de servicios auxiliares y sala de protecciones**

Los servicios auxiliares de la Subestación estarán atendidos necesariamente por dos sistemas de tensión uno en corriente alterna corriente alterna (400/230 V) y otro en corriente continua (uno en 125 Vc.c. para sistema de protección y control y otro en 48 Vc.c. para el sistema de comunicaciones.

Se prevé que el edificio cuente con una sala específica de servicios auxiliares, en la cual instalarán tanto los armarios principales de servicios auxiliares, uno de corriente alterna y otro de corriente continua, como también los armarios de baterías y rectificador de 125 Vc.c. y 48 Vc.c en corriente continua.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Por otra parte, la sala de protección albergará los bastidores correspondientes a las posiciones del parque de intemperie de 220 kV.Cada bastidor está compartimentado independientemente para cada posición y tiene su acceso frontal a través de las puertas con cerradura.
Ambas salas estarán provistas con falso suelo y con huecos en los muros para el paso de cables.

- **Zona de servicios y almacén**

Se dispondrá también de un almacén, aseos, vestuarios y cocina con acceso independiente desde el exterior del edificio.
Los aseos, que cumplirán las especificaciones habituales en este tipo de instalaciones, dispondrán de agua corriente fría y caliente. El suministro de agua al Edificio al no poder realizarse con una acometida desde la red municipal, se dispondrá de un depósito enterrado de al menos 12 m³ de capacidad y grupo de presión ubicado en el exterior. En este caso se dispondrá además lo necesario para el aprovechamiento de las aguas pluviales de la cubierta del edificio.

3.1.5.2 Características constructivas del Edificio de Control

- **Movimiento de tierras**

Se efectuarán los correspondientes movimientos de tierras a fin de conseguir las explanaciones necesarias para el acceso a la subestación desde el camino de acceso y para su construcción. El acabado será consonante con la vegetación de la zona. . El movimiento de tierras será realizado conforme a las instrucciones de la Dirección Facultativa y a la vista del estudio geotécnico que ha de realizarse previamente al inicio de las obras, en caso de tierras sobrantes se gestionarán debidamente a un vertedero habilitado y autorizado.

- **Cimentación**

Se plantea una cimentación basada en muros de hormigón armado con zapata corrida en la zona correspondiente al cuarto de celdas y con zapatas aisladas, atadas entre sí para el resto del edificio, dadas las características y resistencias del terreno sobre el que se sustentará el edificio.

Los cimientos se llenarán de hormigón de la resistencia característica marcada en los planos, habiéndose limpiado previamente todas las tierras caídas durante la excavación.
Antes de proceder al hormigonado se colocarán los anclajes de pilares y muros, así como todas las armaduras de zapatas especificadas en los planos.

- **Estructuras**

Se plantea una estructura basada en pilares metálicos, sobre los que se asientan las cerchas de formación de pendiente y las correas necesarias para la realización de los faldones de la cubierta.

- **Cubierta**

La cubierta será inclinada de teja cerámica curva colocada sobre faldones construidos con placas cerámicas autoportantes tipo ITECE.

- **Albañilería**

La fachada exterior se resolverá a partir de bloques vistos tipo Split de mortero de cemento en color paja, jaharrado interior de mortero de cemento, cámara con aislamiento, tabique de hueco doble y lucido interior de yeso, remarcando los cabeceros y vierteaguas de las ventanas, con piezas de bloque visto tipo liso de manera que queden realzados los citados huecos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD 63-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Las distribuciones interiores se realizarán con tabique hueco doble lucido de yeso por ambas caras, excepto en las divisiones de los aseos que estarán jaharradas con mortero de cemento y posteriormente alicatadas.
Las estancias correspondientes a la sala de control, despacho y aseos, contarán con falso techo registrable a partir de placas de escayola.

- **Solados y alicatados**

Todos los solados del edificio se ejecutarán de terrazo. El cuarto de celdas presentará un suelo técnico, formado por piezas metálicas desmontables, montadas sobre perfilería metálica específica, de manera que pueda ser practicable el espacio bajo el mismo, por donde discurren todos los cableados de control y potencia.
El pavimento exterior se resolverá a base de piezas de terrazo para exteriores antideslizantes, con dimensiones de 30x30, rematadas por un bordillo de remate.

- **Carpintería**

La carpintería interior se ejecutará en madera para barnizar. La carpintería exterior se ejecutará de aluminio anodizado en color, en las ventanas correspondientes a la sala de control y despacho, siendo de piezas prefabricadas de hormigón el resto de las ventanas, en las que dos de las piezas de cada hueco serán practicables mediante bastidores de acero galvanizado.

- **Cerrajería**

Las puertas exteriores del edificio, así como las posibles rejas de protección de las ventanas se ejecutarán con perfilería metálica en acero galvanizado.

- **Evacuación**

Las aguas pluviales se recogerán en la cubierta mediante canalones para proteger el edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Todos los albañales serán de PVC con junta tórica, con las correspondientes arquetas. Los bajantes serán de P.V.C. Se dispondrá de fosa séptica para las aguas fecales.

- **Electricidad y alumbrado**

El suministro de energía eléctrica se realizará desde el Cuadro de servicios auxiliares. Se instalarán el conjunto de medidas y dispositivos privados de mando y protección, así como el cuadro general de distribución y el de conmutación. La distribución energética se hará por líneas generales y cuadros secundarios de función, a partir de los cuales se alimentan los receptores de alumbrado y fuerza motriz. Se colocarán luminarias adosadas, estancas, con chasis de poliester reforzado con fibra de vidrio, difusor de metacrilato, equipadas con tubos fluorescentes de diámetro 26 mm.º

- **Lampistería y sanitarios**

La red de distribución interior será en acero galvanizado en montaje superficial en paredes y techos. La producción de agua caliente sanitaria para el vestuario será a partir de un termo eléctrico de acumulación situado en el mismo lugar de consumo. Todos los aparatos sanitarios serán de porcelana vitrificada blanca. La grifería y complementos serán de calidad media.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001...
JOSE LUIS OVELLE ROMEDINO
VISADO Nº. : VD...-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- **Contra incendios y especiales**

El edificio cumplirá tanto en su protección como en los equipos de extinción el Código Técnico de la Edificación. Se hará la instalación necesaria para dotar al edificio de los equipamientos de telefonía, interfonía e informática.

3.1.5.3 Parque de Intemperie

- **Estructura metálica**

La estructura metálica estará constituida por perfiles metálicos normalizados de alma llena, La estructura dispondrá de los herrajes, tornillería y restantes elementos necesarios para la fijación de cajas de centralización, sujeción de cables, anclaje a la cimentación, etc.

Todas las estructuras y soportes serán galvanizados en caliente como protección contra la corrosión. electrosoldados y galvanizados en caliente.

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.

- **Cerramiento perimetral**

Todo el recinto de la Subestación estará protegido por un cierre de malla metálica para evitar el acceso a la misma de personas ajenas al servicio. En los planos correspondientes puede apreciarse la disposición adoptada.

La altura del cierre será como mínimo de 2,4 m de acuerdo a lo especificado en el Apartado 3.1 del ITC-RAT 15.

Se instalarán para el acceso a la subestación dos puertas metálicas: una peatonal de una hoja y un metro de anchura, y otra para el acceso de vehículos y siete metros de anchura.

- **Drenaje de aguas pluviales**

Para asegurar el drenaje y la adecuada evacuación de las aguas pluviales, se dispondrá de 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.

Se ejecutarán a lo largo del recinto los sumideros necesarios y conectados a arquetas o pozos de registro de la red de aguas pluviales.

Perimetralmente se dispondrá de una cuneta que evite que el agua exterior entre al interior del recinto.

- **Cimentaciones y viales interiores**

<u>Cimentaciones</u>

Las cimentaciones de hormigón armado, serán estables al vuelco en las condiciones más desfavorables y se dimensionarán para soportar los esfuerzos a que han de estar sometidas, en función de la capacidad portante del terreno de apoyo.

Estas cimentaciones corresponden a los siguientes elementos:

- Autoválvulas.
- Transformadores de intensidad.
- Transformadores de tensión.
- Interruptor.
- Seccionador.
- Pórticos.
- Soportes barras principales.
- Aisladores apoyo.
- Botellas terminales cable aislado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0002
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Viales interiores

El acceso al recinto se propone desde el camino colindante tal y como figura en el plano de implantación del presente Proyecto.

Interiormente se propone un vial de acceso de 5 m de ancho llega al final de la parcela y permite posicionar los equipos en el interior del recinto.

Este vial irá pavimentado con mezcla bituminosa en caliente tipo D-12 sobre capa de zahorra artificial. No está previsto la ejecución de viales interiores de servicio.

El resto de la superficie del recinto, dispondrá de una capa de gravilla de 15 mm de tamaño máximo y entre 10 y 15 cm de espesor. Previamente se habrá de aplicar un producto fungicida que evite el nacimiento de vegetación en todo el recinto de la SET.

- **Canalizaciones eléctricas**

En el interior de la parcela de la SET, todos los cables eléctricos irán en canales de hormigón armado.

Estos canales dispondrán de tapas de hormigón o metálicas que permitan su inspección. Asimismo se realizará un agujero de drenaje en la solera cada 2 m.

Los cruces de viales se realizarán con tubos de PVC protegidos con hormigón, con un 30% de tubos libres como reserva y/o canales cable de tapa reforzada.

Se procurará minimizar el número de cruces juntando varias tuberías en un único cruce. El conjunto se protegerá con hormigón armado de 150x150x6 mm, formando un bloque. En cada cruce se dejará un 30% de tubos libres para futuro paso de cable.

Todos los tubos de cables enterrados tendrán una capa mínima de 290 mm sobre ellos. Este valor se elevará a 750 mm en cruces de caminos y carreteras, si no va protegido con hormigón.

Para evitar la entrada de agentes perjudiciales, se sellará la entrada de los tubos o conductos.

3.1.6 Parcelas Afectadas

Las parcelas afectadas por la ocupación de subestación serán:

SUBESTACION LA SERNA PROMOTORES			
DATOS PARCELA			MEDICIÓN DE AFECCIONES
TERMINO MUNICIPAL	POLIGONO	PARCELA	SET
TUDELA	39	150	4.457,15 m^2

3.1.7 Plazo de Ejecución

Para la ejecución de los trabajos se ha previsto un plazo de ejecución de 5 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo, instalación de casetas de obra, inicio de los trabajos, etc.
- Vial de acceso y plataforma: Ejecución de los trabajos para la construcción del vial de acceso y de la plataforma.
- Cimentación del edificio y cimentación de transformador, autoválvulas, etc.: Ejecución de los trabajos para la construcción de las distintas cimentaciones.
- Ejecución del edificio y montaje de estructuras metálicas.
- Infraestructura eléctrica: desarrollo y ejecución de los trabajos correspondientes a los equipos de 220 kV e instalaciones auxiliares.
- Puesta en marcha de la subestación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3.1.8 Cronograma de Ejecución

CRONOGRAMA EJECUCIÓN SUBESTACIÓN SECCIONADORA LA SERNA

	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
IMPLANTACIÓN EN OBRA	■	■																		
MOVIMIENTO DE TIERRAS: ACCESO-PLATAFORMA		■	■	■																
REALIZACIÓN DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA					■	■														
OBRA CIVIL: CIMENTACIONES-EDIFICIO-CANALES							■	■	■	■	■									
EDIFICIO DE CONTROL PREFABRICADO									■	■	■	■								
RECEPCION-MONTAJE DE ESTRUCTURAS SOPORTE APARAMENTA											■	■								
RECEPCION DE APARAMENTA Y ACOPIO												■	■	■						
MONTAJE ELECTROMECANICO														■	■	■	■	■		
TENDIDO Y CABLEADO ELECTRICO. PROTECCIONES																■	■	■	■	
ACONDICIONAMIENTO EDIFICIO DE CONTROL Y SERVICIOS																■	■	■	■	
PRUEBAS Y ENERGIZACIÓN																				■

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001
JOSE LUIS OSTELLO MEDINA
VISADO Nº : VD 1663-21A
DE FECHA : 24/5/21
INGENIERO DE PROYECTOS
E-VISADO

3.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRONQUE 220 KV.

Con la finalidad de poder evacuar toda la energía generada por las centrales de generación eléctrica de tecnología renovable en la subestación existente denominada La Serna 220 kV propiedad de REE, se proyecta la instalación de un entronque subterráneo (con línea de entrada y de salida) de evacuación en 220 kV con la línea aérea existente SET Alcarama- SET La Serna 220 kV. Dicha instalación tiene como finalidad la conexión de la nueva subestación La Serna Promotores con el nivel de 220 kV de la citada subestación La Serna 220 kV y con la Subestación Alcarama.
Esta línea subterránea de 220 kV se describe en los siguientes apartados.

3.2.1 Recorrido previsto

El recorrido previsto para este entronque subterráneo tiene el inicio en el parque exterior de 220 kV de la nueva subestación La Serna Promotores, en las dos posiciones de línea Alcarama y La Serna 220 kV y finaliza en los dos nuevos apoyos a instalar en la línea aérea existente que realizaran la conversión aéreo – subterráneo. Estos apoyos no forman parte del alcance de este proyecto, siendo definidos y considerados en el proyecto de modificación de la línea aérea Alcarama-La Serna 220 kV que también estÁ siendo realizado.
Así pues el recorrido puede observarse en los planos adjuntos al presente proyecto.
Esta línea subterránea a ejecutar, discurrirá por el término municipal de Tudela (Navarra).

3.2.2 Afecciones por el paso de las líneas.

El trazado de la conexión subterránea 220 kV, se verá afectado por servicios pertenecientes a organismos o entidades, distintos de los promotores del proyecto.
Es por ello que se adjuntan las siguientes tablas en la cual figuran los organismos afectados, a los cuales se les deberá informar de la afección particular con la correspondiente separata particular.

LSAT 220 kV DE ENTRENQUE CON LAAT SET ALCARAMA-SET LA SERNA (REE)
Afección/Organismo
Ayuntamiento de Tudela
Renovables de La Ribera (Línea Eléctrica de Alta Tensión)
REE (Línea Eléctrica de Alta Tensión)

Además forma parte de este proyecto la presentación de la Relación de Bienes y Derechos de Afectados particulares del recorrido de la canalización subterránea correspondiente a esta línea de evacuación.

3.2.3 Características de la instalación

Las características generales de la conexión serán las siguientes:

Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
220 kV	245 kV	U_0/U (kV)	Up (kV)
		127/220	1050

- Uo: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJERO MEDINA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- Up: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

3.2.4 Canalización Subterránea

El recorrido de este entronque se realizará mediante una zanja de aproximadamente 718 m de longitud, con una anchura mínima de 2,00 m, y 1,5 m de profundidad. En dicha zanja, se instalarán dos líneas (entrada-salida) de 220 kV en el interior de tubos corrugados de doble pared de 250 mm de diámetro exterior en disposición plana, red de tierras y comunicaciones.
Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.
Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.
Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro,hormigón, etc.).
Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

Tras la colocación los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederán al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Cuando se finalice el hormigonado de la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P,M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Para concluir, se rellenará la zanja con material seleccionado de excavación con tongadas de 20 cm. En toda la extensión de la zanja se colocará una malla de señalización, marcándose todo su recorrido mediante los hitos de hormigón.

3.2.5 Características del cable de potencia

El cable de potencia debe ser capaz de estar en servicio y soportar las variaciones en tensión y frecuencia de la red de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional e internacional vigente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001
JOSE LUIS OSTA ELLIO
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Dicho cable formará parte de lo considerado como instalación de enlace, teniendo que cumplir lo preceptuado en el procedimiento de operación 13.3 correspondiente a los criterios de diseño y requisitos mínimos para las instalaciones de transporte.
Las características principales de la red de 220 kV a la cual deberán de operar él cable serán las siguientes:

•	Tensión nominal	220 kV
•	Tensión máxima	245 kV
•	Intensidad de cortocircuito simétrico	12,4 kA
•	Frecuencia nominal	50 Hz

Con estos condicionantes establecemos el siguiente cable aislado, para la instalación en subterráneo para el transporte de la energía:

2XS(FL)2Y 127/220kV 3x1x2500 mm² Al RMS/110

Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x2500 mm2 de sección con doble ob-turación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 110 mm2 de sección y cubierta exterior de poliolefina no propagadora del incendio (Cat.A) y características mecánicas DMZ2.
Dicho cable de potencia, para ambas líneas del entronque, será de cable unipolar de aluminio con las siguientes características:

1 – Conductor: Conductor: cuerda de hilos de aluminio, clase 2, según IEC 60228.
- Sección empleada : 2500 mm²
- Material: Aluminio
- Diametro nominal: 60,9 mm

2 – Semicond. Interior: capa extrusionada de material conductor.

3 – Aislamiento
- Material: Polietileno Reticulado XLPE
- Diam. sobre aislamiento: 123 mm

4–Semicond. Exterior: capa extrusionada de material conductor.

5 – Pantalla metálica, lámina de aluminio solapada.
- Sección: 110 mm².

6 – Cubierta exterior: Poliolefina no propagadora de la llama de color rojo.
- Material: Poliolefina DMZ2
- Peso del cable: 16,6 kg/m

7 - Radio mínimo de curvatura
- en posición final: 1,85 m
- durante tendido: 3,05 mm

8 – Capacidad de transporte del cable
- Tipo de instalación: single point

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001...
JOSE LUIS OVEJ...
VISADO Nº. : VD...-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

A continuación, se muestra las características del cable de FO. Se deberá garantizar una vida media mayor del cable de 25 años.

Tabla 9: Características CABLE FIBRA ÓPTICA

Número de fibras	**48**
Diámetro exterior del cable (mm)	≤ 18
Resistencia a la tracción máxima (daN)	≥ 1.000
Masa (kg/km)	≤ 300
Radio de curvatura (mm)	≤ 300
Disposición de tubos	4 tubos de 12 fibras
Humedad relativa	Mínima: 65% *hasta* 55°C
Margen de Temperatura	-20°C *a* +90°C
Tipos de Fibra *(norma de referencia)*	Monomodo convencional *(ITU-T G.652.D)*

Tabla de características de la FO

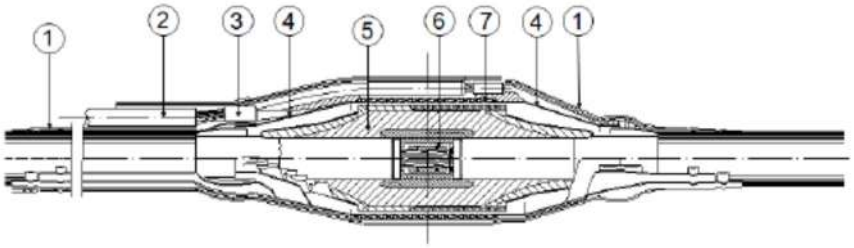
3.2.6 Empalmes Cable Eléctrico

Se llevaran a cabo los empalmes unipolares necesarios los cuales deberán de ser definidos como consecuencia de las longitudes del recorrido respecto al sistema de instalación y conexionado del cable.
Los empalmes serán premoldeados y probados en fábrica previamente al montaje para cada cable en particular. Las características técnicas de los empalmes deberán ser compatibles con los cables que unen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.
El empalme deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para el cable correspondiente. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen.
Por otro lado, en el suministro de cada empalme se incluirán todas las piezas y pequeño material necesario para su confección (masillas, cintas, etc.) y conexionado de pantallas (cable coaxial para conectar el empalme con la caja de puesta a tierra, etc.)

<u>Composición</u>
Empalme (con separación de pantallas)
La composición general de este tipo de empalmes (con separación de pantallas) para los cables aislados de 127/220 kV será la siguiente:
1. Cubierta de protección del empalme
2. Cable concéntrico para unión pantallas con caja puesta a tierra.
3. Manguito de unión de cables de tierra.
4. Envolvente metálica del empalme.
5. Cuerpo premoldeado del empalme.
6. Conexión de los conductores y electrodo de unión.
7. Aro o anillo aislante de separación de las pantallas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJA LIMOMEDINA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO



Se comprobará especialmente las compatibilidades con respecto a:

- Tipo de construcción del cable.
- Dimensiones (diámetro, área, excentricidades, tolerancias máximas)
- Temperatura máxima de operación (tanto en continuo como bajo sobrecargas y cortocircuito) Aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química)
- Esfuerzos mecánicos y de cortocircuito
- Gradiente máximo de campo eléctrico
- Tipo de instalación a la que se destina

Protegerá el empalme, soportará los esfuerzos mecánicos y proporcionará estanqueidad total frente a la entrada de agua. La cubierta protectora deberá estar provista de una salida para el cable concéntrico de conexión de pantallas y una brida aislada separadora.
La conexión de los conductores se realizará preferentemente mediante soldadura y con un electrodo de unión que garantice una superficie de contacto y un campo uniforme en la zona de contacto con el cuerpo premoldeado del empalme.
El método de conexión de los conductores deberá garantizar la misma capacidad de transporte y soportar los esfuerzos termomecánicos del cable.
En la zona de unión con el cable deberá disponerse de protección mecánica adecuada para evitar daños causados por la transmisión de esfuerzos (tanto axiales como transversales) y garantizar la completa estanqueidad de la unión (barrera contra la penetración radial y longitudinal de agua).
Se proporcionará una certificación para cada empalme que incluya como mínimo la siguiente información:

- Tipo de empalme
- Prueba de resistencia de aislamiento (pantalla a tierra y conductor a pantalla) antes de la unión.
- Kit utilizado incluyendo el número de serie.
- Herramienta de decapado utilizada incluyendo el número de serie.
- Área de la sección transversal del conductor.
- Prueba de resistencia de aislamiento (pantalla a tierra y conductor a pantalla) después de la unión.
- Instrucciones del fabricante del kit de unión.
- Empalmador.
- Fecha de finalización.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJERO MEDINA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

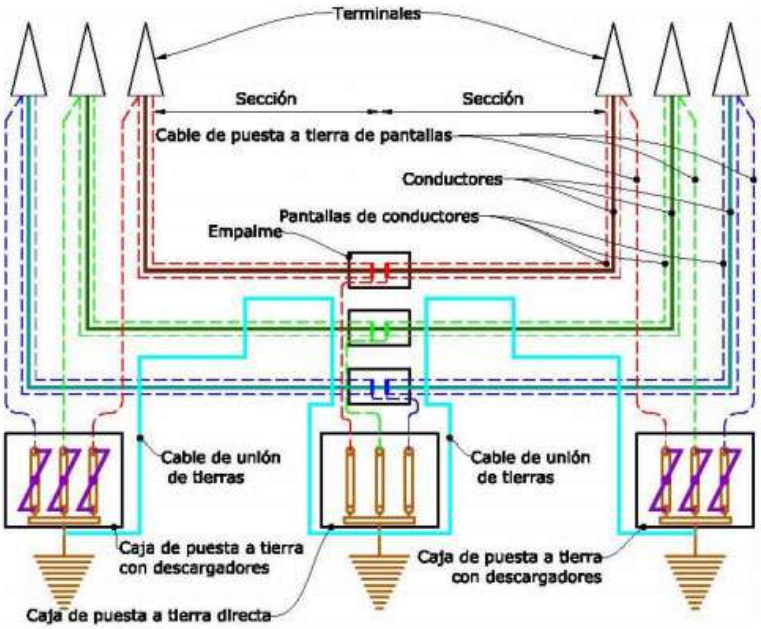
3.2.7 Terminales del cable

La conexión del cable con la aparamenta de la posición de línea de 220 kV de la nueva subestación La Serna Promotores se llevara a cabo por medio de unas botellas terminales de tipo exterior unipolar por fase.
Estas botellas terminales de tipo exterior se instalaran sobre soportes metálicos individuales diseñados específicamente tanto para la sujeción de estas botellas terminales como para la sujeción del cable de potencia en su subida y conexión a dicha botella terminal.
Las características técnicas de estos terminales deberán de ser compatibles con los cables que se instalen, siendo tanto su capacidad de transporte así como la corriente de cortocircuito soportada ser al menos igual a la del cable de la instalación.
Dichos terminales deberán de cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la norma UNE 211067-1: "Cables de energía eléctrica con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superior a 150 kV hasta 400 kV. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo".

3.2.8 Sistema de Puesta a Tierra del cable. Tipo de instalación

El cable aislado, al disponer de una pantalla formada por un tubo o lámina de aluminio, se produce la aparición de tensiones inducidas. Según el sistema de conexionado a tierra de las pantallas pueden aparecer corrientes inducidas que disminuyen la intensidad máxima admisible del cable, o bien, aunque no circulen corrientes longitudinales por las pantallas, las tensiones inducidas pueden alcanzar valores elevados que deben ser controlados, ya que en algunos puntos las personas pueden estar expuestas al contacto con las pantallas.
Debido a la longitud existente entre ambos extremos y a la necesidad de la existencia de un empalme intermedio, se establece la conexión de las pantallas del cable de potencia mediante el sistema "mid-point.
Este tipo de conexión consiste en dividir la línea en dos secciones de longitud idéntica y conectar las pantallas de los conductores a tierra rígidamente en el punto medio, mientras que en ambos extremos de la línea los conductores se conectaran a tierra mediante limitadores de tensión.
En este tipo de conexión es necesario tender un cable de tierra paralelo a la línea, como unión equipotencial entre los distintos electrodos de puesta a tierra a los que se conectan las pantallas de los cables. Se realizará la transposición de este cable para evitar que circulen corrientes por él.

A continuación se muestra un esquema de conexionado.



Esquema de conexión

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJ LUIS MEDINA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

El contratista incluirá los elementos necesarios para su instalación tanto para la bajante por el apoyo como el tendido a lo largo de toda la canalización enterrada, la caja de pantalla de pat y la caja de conexión con descargadores.

Conductor de continuidad de tierra

El conductor de continuidad de tierra para proveer un camino de baja impedancia para las corrientes homopolares que se puedan producir en caso de circulación por la línea de corrientes del cortocircuito, será de cobre con una sección de 120 mm2 y deberá estar aislado con aislamiento de XLPE en todo su recorrido.

3.3 CÁMARAS DE EMPALME

Las cámaras de empalme tendrán las dimensiones suficientes para empalmar los tres cables, estas dimensiones se pueden ver con mayor exactitud en el plano "Cámara de empalme", la profundidad de la cámara de empalme será aproximadamente de 1,5 m.
Una vez realizado el hueco para la cámara de empalme con las dimensiones necesarias, se colocarán paredes fabricadas con bloques de hormigón, y se procederá a ejecutar una solera de hormigón HM-20 de 15 cm de espesor.
Cuando sea necesario conectar las pantallas metálicas a una caja de puesta a tierra a través de descargador, se facilitará la salida de los cables coaxiales de interconexión, a través de un agujero en las paredes de la cámara de empalme, para llevarlos hasta la caja correspondiente, la cual se situará lo más próxima posible a la cámara de empalme.
Una vez realizados los empalmes de los cables y las pruebas de instalación acabada, y tras colocar un lecho de arena para los mismos, la cámara se rellenará de arena de río o mina, de granulometría entre 0.2 y 1 mm, y de una resistividad de 1 K·m/W, colocándose encima de este relleno de arena una capa de hormigón HM-20 de 10 cm como protección. Finalmente se repondrá el terreno.

3.3.1 Plazo de Ejecución

Para la ejecución de los trabajos necesarios de las instalaciones indicadas correspondientes a la línea eléctrica subterránea de conexión de la subestación La Serna Promotores se ha previsto un plazo de ejecución de 3 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo y estudio de los posibles servicios e instalaciones afectadas a lo largo del recorrido, inicio de los trabajos, etc.
- Obra civil, realización de la canalización subterránea: Ejecución de los trabajos para la construcción de la zanja a lo largo del recorrido (excavación, extendido de capa de arena…)
- Tendido del cable de potencia
- Realización de los empalmes necesarios.
- Realización de terminales y conexión en ambos extremos.
- Pruebas eléctricas del cable, comprobando la correcta instalación desde el punto de vista de conductividad, aislamiento correcto y puesta a tierra efectiva.
- Puesta en marcha de la conexión en 220 kV.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS CELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3.3.2 Cronograma de Ejecución

	CRONOGRAMA EJECUCIÓN CONEXIÓN SUBTERRANEA 220 kV											
	MES 1				MES 2				MES 3			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
IMPLANTACIÓN EN OBRA												
REALIZACION DE CANAL DE CABLES												
PREPARACION ZANJA PARA TENDIDO												
RECEPCIÓN DE CABLE												
TENDIDO POR ZANJA												
MONTAJE DE TERMINALES												
REALIZACION DE PRUEBAS CONDUCTIVIDAD Y AISLAMIENTO												
ENERGIZACIÓN												

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº VD01663-21A
DE FECHA : 24/
E-VISADO
INGENIERIA Y PROYECTOS

4 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente tanto la nueva subestación La Serna Promotores como el entronque subterráneo de la línea aérea existente de 220 kV Alcarama – La Serna 220 kV (REE). Ambas instalaciones necesarias para la evacuación de las plantas de energía renovable en el nudo de conexión a la red de transporte de la subestación La Serna 220 kV, en el término municipal de Tudela (Navarra), sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Mayo de 2021

Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.
Ingeniero Industrial.
Colegiado nº. 1.937
Al Servicio de la Empresa:
Ingeniería y Proyectos Innovadores
B-50996719

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ANEJO 1. CALCULOS ELECTRICOS SUBESTACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001...
JOSE LUIS OTELLO MEDINA
VISADO Nº. : VD...-21A
DE FECHA : 24/5/21
INGENIERIA Y PROYECTOS
E-VISADO

ÍNDICE

1 OBJETO 3
2 NORMATIVA 4
3 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LA SERNA PROMOTORES 220 KV 5
3.1 NIVELES DE AISLAMIENTO 5
3.2 DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD 5
3.3 CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO 8
3.3.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO 8
3.3.2 CALCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO 9
3.4 CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS 10
3.4.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO 10
3.4.2 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 10
3.4.3 NORMATIVA APLICABLE 10
3.4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR 11
3.4.5 CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL. 11
3.4.5.1 Corriente de cortocircuito 11
3.4.5.2 Tensión en el tubo 12
3.4.5.3 Reacciones sobre aisladores soporte 14
3.4.5.4 Flecha en el tubo 14
3.4.5.5 Elongación del embarrado 15
3.4.5.6 Esfuerzo térmico en cortocircuito 15
3.5 CÁLCULOS DE EFECTO CORONA 16
3.5.1 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DISRUPTIVA 16
3.6 COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS 17
3.7 CÁLCULO DE CONDUCTORES 19
3.7.1 CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 220 KV SET LA SERNA PROMOTORES. 19
3.8 CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS 21
3.8.1 CONSIDERACIONES PREVIAS 21
3.8.1.1 Normativa utilizada 21
3.8.1.2 Procedimiento para el cálculo 21
3.8.1.3 Datos de partida para el cálculo 22
3.8.2 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES 22
3.8.3 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA 23
3.8.4 INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA 23
3.8.5 EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO 24
3.9 RED DE TIERRAS SUPERIORES 26
4 CONDUCTOR LÍNEA SUBTERRANEA DE ALTA TENSIÓN 220 KV 27
4.1 INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE 27
4.2 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE 28
4.3 PÉRDIDAS ADMISIBLES POR CAIDA DE TENSIÓN 30

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

1 OBJETO

El objeto del presente anexo es la realización de los cálculos eléctricos justificativos asociados a la subestación seccionadora y línea subterránea de alta tensión necesarias para la evacuación para los distintos parques de generación eléctrica situados por la misma zona.

Las infraestructuras necesarias para la evacuación de estos parques objeto de este anexo es la siguiente:

1.- Subestación Eléctrica La Serna Promotores 220 kV: Se trata de una nueva subestación seccionadora, situada en el término municipal de Tudela, que albergará cuatro posiciones de línea, necesarias para la conexión al nivel de 220 kV de los parques eólicos indicados y toda la aparamenta necesaria.

2.- Línea Eléctrica Subterránea de conexión 220 kV: Consiste de una derivación en subterránea en el nivel de 220 kV, que permitirá la conexión de la futura subestación La Serna Promotores 220 kV con la actual línea aérea Alcarama- La Serna 220 kV propiedad de REE.

En el presente anejo, se llevan a cabo los cálculos eléctricos justificativos correspondientes a los diferentes niveles de tensión de cada una de las instalaciones indicadas.

El objeto de este documento es justificar, desde el punto de vista técnico, las soluciones adoptadas en cada uno de los diferentes niveles de tensión de las infraestructuras de evacuación anteriormente indicadas, para los elementos más críticos de las configuraciones adoptadas.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Cálculo de cortocircuito
- Cálculo mecánico de embarrados rígidos.
- Determinación de efecto corona.
- Determinación de distancias eléctricas mínimas en embarrados tendidos.
- Red de tierras inferiores.
- Red de tierras superiores.
- Cálculo del conductor de la línea subterránea 220 kV

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001
JOSE LUIS OTELLO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
INGENIERIA Y PROYECTOS
E-VISADO

2 NORMATIVA

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LA SERNA PROMOTORES 220 KV

3.1 NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento de los equipos a instalar en la nueva subestación indicados cumplirán lo establecido en la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Concretamente cumplirán con los niveles de aislamiento indicados en las tablas 1, 2 y 3 de la citada ITC-RAT 12 asociadas a los valores normalizados de la tensión más elevada para el material de los grupos A, B y C respectivamente, al tratarse de una instalación con diferentes niveles de tensión. Estos valores de tensión de aislamiento serán:

INSTALACIÓN	TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)
SET LA SERNA PROMOTORES	220	245	460	1.050

Se instalarán pararrayos en la salida de las líneas de 220 kV, debido a que la aparamenta exterior está expuesta a descargas atmosféricas.

3.2 DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas entre fases y entre fase y tierra de aislamiento en aire para los niveles de tensión de aislamiento indicados en el apartado anterior vienen fijados en las mismas tablas de la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y son:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra (mm)	Distancia mínima de aislamiento en aire entre fases (mm)
220	245	2.100	

Por otra parte, la parte más baja de cualquier elemento aislante estará situado a una altura mínima sobre el suelo de 230 cm según establece el apartado 4.1.5 de la ITC-RAT 15, considerando como parte aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores.

Los elementos en tensión que se encuentren sobre pasillos de servicio, deberán estar a una altura mínima en cm de H = 250 + d, siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12, considerando como parte en tensión la línea de contacto del elemento aislante con su zócalo o soporte En el caso de la subestación objeto de este proyecto, la altura mínima a considerar sería, para cada nivel de tensión:

- Parque 220 kV: H=250+210= 460 cm

Distancia respetada como se puede observar en los planos adjuntos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Los pasillos de servicio del parque intemperie de la subestación, dispondrán de la anchura suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de los equipos, cumpliendo con lo establecido en el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

En los planos adjuntos en este proyecto, puede comprobarse en la disposición en planta y alzado de los equipos del parque intemperie, que las distancias consideradas en el diseño de la subestación superan en todos los casos las distancias mínimas indicadas y marcadas en el Reglamento.

- **Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación**

Los sistemas de protección que deban establecerse en el interior de la instalación para evitar contactos accidentales con elementos en tensión, guardarán unas distancias mínimas medidas en horizontal a los elementos en tensión que se respetaran en la zona comprendida entre el suelo y una altura de 2 m y que según el sistema de protección elegido y expresadas en centímetros, serán:

- De elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:

  B = d + 3

- De elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:

  C = d + 10

- De elementos en tensión a cierres de cualquier tipo (paredes macizas, enrejados, barreras, etc..) con una altura que en ningún caso podrá ser inferior a 100 cm:

  E = d + 30, con un mínimo de 125 cm

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases 'd' (cm)	B (cm)	C (cm)	E (cm)
220	245	210	213	220	240

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- **Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación**

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre estos y el cierre la distancia mínima de seguridad, medida en horizontal y expresada en centímetros, que se indica a continuación:

- De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura k<250+ d:

$$F = d + 100$$

- De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura k≥250+d

$$B = d + 3$$

- De elementos en tensión al cierre cuando este es un enrejado de cualquier altura k≥220 (La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50x50 mm):

$$G = d + 150$$

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12, para los diferentes niveles de tensión que tenemos en la nueva subestación.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto, se ha considerado un cerramiento perimetral de malla metálica de 2,20 de altura mínima. Por lo que las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases 'd' (cm)	G (cm)
220	245	210	360

En el plano de planta de la subestación adjunto en este proyecto, puede comprobarse en la disposición de los equipos del parque intemperie, que las distancias consideradas en el diseño de la subestación superan en todos los casos las distancias mínimas indicadas y marcadas en el Reglamento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3.3 CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO

3.3.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el objeto de verificar las características de la aparamenta eléctrica y conductores en los niveles de 220, se ha realizado un estudio de cortocircuito en el sistema de alta tensión de 220 kV.

Tal y como se indica en IEC 60909-0, se han considerado las siguientes hipótesis para obtener los máximos valores de corriente de cortocircuito:

El factor cmax debe ser aplicado para los casos de alta y media tensión en el escenario más restrictivo (máxima corriente de cortocircuito) tal y como se indica en la Tabla 1 de la IEC 60909-0.

Table 1 – Voltage factor c

Nominal voltage U_n	Voltage factor c for the calculation of maximum short-circuit currents c_{max} [1]	Voltage factor c for the calculation of minimum short-circuit currents c_{min}
Low voltage 100 V to 1 000 V (IEC 60038, table I)	1,05 [3] 1,10 [4]	0,95
Medium voltage >1 kV to 35 kV (IEC 60038, table III)	1,10	1,00
High voltage [2] >35 kV (IEC 60038, table IV)		

[1] $c_{max}U_n$ should not exceed the highest voltage U_m for equipment of power systems.
[2] If no nominal voltage is defined $c_{max}U_n = U_m$ or $c_{min}U_n = 0{,}90 \times U_m$ should be applied.
[3] For low-voltage systems with a tolerance of +6 %, for example systems renamed from 380 V to 400 V.
[4] For low-voltage systems with a tolerance of +10 %.

Datos de partida

- SE La Serna 220 kV (REE):
  - Icc trifásica máxima= Intensidad de cortocircuito monofásica máxima: 18,7 KA
  - Intensidad de cortocircuito trifásica mínima: 11,8 kA

(Informe Anual de la Corriente de Cortocircuito en la red de transporte del Sistema Eléctrico Peninsular Español emitido en 07/05/20)

- Línea Aérea 220 kV La Serna 220 kV (REE) – La Serna Promotores (Apoyo de conversion)
  - Cable simplex Aluminio-Acero Starling ACSS
  - Resistencia R= 0,0992 Ω/km
  - Reactancia X= 0,375 Ω/km
  - Longitud L= 1083 m

- Entronque subterráneo kV Apoyo de Conversión– La Serna Promotores
  - Cable Aislado Aluminio (3x1x2500 mm^2) Al RMS/110
  - Resistencia R= 0,0198 Ω/km
  - Reactancia X= 0,169 Ω/km
  - Longitud L= 718 m

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Fórmulas a aplicar

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito simétrica inicial I''$_{CC}$ se aplica la siguiente fórmula:

$$I''_{CC} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{CC}} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{CC}^2 + X_{CC}^2}} \; A(efc.)$$

Siendo:

c= 1,1, factor que considera la verdadera tensión y capacidad de línea y admitancias de cargas en paralelo.

U_N= Tensión nominal.

Z_{CC}= Impedancia de cortocircuito total desde el origen hasta el punto de cortocircuito a calcular.

La amplitud o valor de cresta de la corriente de cortocircuito o de choque se calculará por la expresión:

$$I_{ch} = K \cdot \sqrt{2} I''_{CC}, siendo\ K = 1{,}02 + 0{,}98 \cdot e^{-3R/X}$$

3.3.2 CALCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

Se ha modelizado el cálculo de cortocircuito trifásico y a continuación se indican las intensidades de cortocircuito trifásico calculadas para el nivel de tensión de 220 kV:

Situación	I''cc TOTAL (kA)	Ich (kA)
SE LA SERNA PROMOTORES 220 kV	19,06	47,22

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3.4 CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS

3.4.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el fin de permitir evoluciones futuras del sistema eléctrico sin impacto en la nueva subestación proyectada, se adoptan los siguientes valores de diseño:

I_{cc3} (simétrica) = 40 kA (Nivel de 220 kV).

R/X (sistema) = 0,07

Duración del cortocircuito = 0,5 s.

- **Conductor rígido**

Las barras principales se va a realizar mediante tubos de Al en el nivel de 220 kV:

  - Tubo 150/134 mm Ø en conexiones en barras principales (Parque 220 kV).

- **Condiciones del vano**

La geometría y condiciones de anclaje en los extremos de los vanos considerados como más desfavorables son las siguientes:

- Vano A.- Barras principales en el parque de 220 kV, con las siguientes condiciones:

Longitud de vano: 15 m

Distancia entre fases: 3,5 m

Anclajes: Fijo – Elástico.

3.4.2 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

La subestación proyectada se encuentra en una parcela aproximadamente a 264 m sobre el nivel del mar (Zona A según RLAT). Por lo tanto se consideran las siguientes condiciones climatológicas, según se establece en el apartado 3.1.2.5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión

- Viento: Presión de viento a 140 km/h = 95,3 DaN/m^2

3.4.3 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:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre y sus modificaciones posteriores, la última por O. M. de 10/03/00.
- Instrucciones Técnicas Complementarias en Subestaciones. DECRETO nº 842/02 de 2-AGO en B.O.E.: 18-SEPT-02.
- 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.
- 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".

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- 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.

3.4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR

Tubo 150/134

Aleación	E-AlMgSi0,5, F22
Diámetro exterior (D) interior (d)	150/134 mm
Espesor de la pared (e)	8 mm
Peso propio unitario (Ppt)	9,64 kg/m
Sección (A)	3.567 mm^2
Carga de rotura del material (a_R)	195 N/mm^2
Momento de inercia (J)	902 cm^4
Momento resistente (W)	95,12 cm^3
Módulo de elasticidad (Young) (E)	70.000 N/mm^2
Límite de fluencia mínimo del material (Rpo2)	160 N/mm^2
Coeficiente de dilatación lineal (s)	0,023 mm/mºC
Intensidad máxima[1]	3.890 A.

Características de los aisladores soporte

En los tramos del vano correspondientes a las barras principales en el parque de 220 kV, se instalan aisladores C10-1050, de las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	10.000 N
Carga de rotura a torsión	4.000 Nm
Altura del aislador	2.300 mm
Altura de la pieza soporte	170 mm

3.4.5 CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL.

3.4.5.1 Corriente de cortocircuito

Como ya se ha dicho, la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (Icc) a efectos de diseño es de 40 kA en el parque de 220 kV.

La intensidad de cresta, (S/ CEI 909) vale:

$$I_p = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{CC}$$

con:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001...
JOSE LUIS OTELLO MEDINA
VISADO Nº. : VD...-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

$$\chi = 1{,}02 + 0{,}98 \cdot e^{-3R/X}$$

R/X es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito que, para la red de transporte en este nivel de tensión, vale típicamente 0,07.

Así, χ = 1,814 con lo que:

- I_p= 102,63 kA. para I_{cc}= 40 kA.

3.4.5.2 Tensión en el tubo

- Esfuerzos por viento:
- Fv = 953 * 150 (Ø tubo mm) * 10^{-3} = 142,91 N/m
- Esfuerzos por peso propio:

En total: Fp= 128,536 N/m

- Esfuerzos por cortocircuito:

La fuerza estática por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una intensidad se obtiene de la expresión:

$$F_s = 0{,}866 \cdot \frac{\mu_0 \cdot I_p^2}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

Donde:

I_p = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico

μ_0 = permeabilidad magnética del vacío ($4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A^2).

a = Distancia media entre fases

Sustituyendo y operando,

$$Fs_{220} = 521{,}309 \text{ N/m}$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

Vσ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico.

Vr = factor que tiene en cuenta el reenganche.

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \times \sqrt{EI/m}$$

Donde:

I = inercia de la sección del tubo.

m = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador

E = Módulo de Young del material.

l = longitud del vano.

γ = coeficiente del tubo y los apoyos: 2,45 en este caso. (Ver tabla 3 S/CEI 865).

Sustituyendo y operando:

fc = 1,564 Hz (220 kV)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de $V\sigma$ y Vr:

fc/50 = 0,031 (220 kV)

En estas condiciones:

$V\sigma$ = 0,298 (220 kV)

Vr = 1,8 (220 kV)

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_\sigma \times V_r \times \beta \times \frac{F_s \times l^2}{8 \times z}$$

Donde:

β = 1 S/CEI 865

Z = Módulo resistente de la sección del tubo

Así:

σ_m = 65,45 N/mm^2 (220 kV)

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma_i = \frac{1}{8} \times \frac{P \times l^2}{z}$$

Donde:

l = longitud del vano

z = módulo resistente de la sección

P = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

Por viento: $\sigma_v = 33{,}408\ N/mm^2$ (220 kV)

Por peso propio: $\sigma_{PP} = 30{,}046\ N/mm^2$ (220 kV)

La tensión máxima tiene el valor de:

$$\sigma_{to} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_m)^2 + (\sigma_P + \sigma_h)^2} = 103{,}323\ N/mm^2 \text{ (220 kV)}$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$160/\sigma_{to}$ =1,54 (Parque 220 kV)

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que:

$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde q = factor de resistencia del conductor, que vale 1,344 para tubo Ø 150, y Rp0,2 = 160 N/mm^2.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA
E-VISADO

De esta forma se debe verificar:

$\sigma_{to} \leq 1{,}344 * 160 = 215{,}038$ N/mm^2 (Parque 220 kV).

3.4.5.3 Reacciones sobre aisladores soporte

El máximo esfuerzo se producirá en los aisladores intermedios, considerando dos veces el esfuerzo producido en el extremo de un vano, según CEI 865.

Las acciones a considerar en este caso son solo horizontales. Así,

Viento sobre el tubo:

Fv = 953 * 150 (Ø tubo mm) * 10-3 = 142,91 N/m (Parque de 220 kV).

Esfuerzo en cortocircuito: Según la norma de referencia, el valor de esfuerzo sobre los soportes tiene la expresión:

$$F_{da} = 0{,}866 \times Vf \times Vr \times \frac{\mu_0 \times I_{p3}^2}{2 \times \pi \times a}$$

Donde Vf = factor de carga, dependiente de la relación fc/50 = 0,031(220 kV).

Así,

F_{da} = 307,921 N/m (220 kV)

La suma de esfuerzos sobre el soporte central entre dos vanos vale:

$Ft = 2*(F_V + F_{da})\, l * \alpha$ con $\alpha = 0{,}5$

Así, Ft = 6.762,56 N (Parque 220 kV)

Este esfuerzo se produce sobre el eje del tubo, que está situado 170 mm por encima de la cabeza del aislador, punto sobre el que el fabricante garantiza el esfuerzo. Por lo tanto:

$$F't = Ft \times \frac{230(altura\ aislador) + 17(pieza)}{230(altura\ aislador)} = 7.262{,}40\ N$$ (Parque de 220 kV)

El aislador trabajará, en las peores condiciones, con un coeficiente de seguridad frente a la carga inferior de rotura de:

12.500 (carga rotura flexión aislador)/F't = 1,72 (Parque 220 kV).

3.4.5.4 Flecha en el tubo

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \alpha_f \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot J} \cdot 100\ (cm)$$

Donde:

P: fuerza vertical por unidad de longitud (N/m)

l: Longitud del vano (m)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

E: Módulo de elasticidad del material (N/mm^2)

J: Momento de inercia de la sección (cm^4)

α_f: factor que depende del tipo de apoyo y que toma el valor 1,3.

La carga a considerar en este caso, es el peso propio del tubo, más el cable amortiguador.

Sustituyendo:

f = 13,41 cm (220 kV)

3.4.5.5 Elongación del embarrado

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \alpha_f \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot J} \cdot 100 \ (cm)$$

Donde:

P: fuerza vertical por unidad de longitud (N/m)

l: Longitud del vano (m)

E: Módulo de elasticidad del material (N/mm^2)

J: Momento de inercia de la sección (cm^4)

α_f: factor que depende del tipo de apoyo y que toma el valor 1,3.

La carga a considerar en este caso, es el peso propio del tubo, más el cable amortiguador.

Sustituyendo:

f = 13,41 cm (220 kV)

3.4.5.6 Esfuerzo térmico en cortocircuito

La intensidad térmica en cortocircuito viene dada según CEI 865 por la expresión:

$$I_\theta = I_{cc} \times \sqrt{(m+n)}$$

Dónde: m y n son coeficientes térmicos de disipación, que valen 0,097 y 1.

Sustituyendo:

Iθ = 41,902 kA.(220 kV)

Este valor debe ser menor que la capacidad térmica del tubo, con densidad de corriente en cortocircuito ρ de 11,74 A/mm2 (proceso adiabático).

Para el tubo actual, la capacidad térmica es:

S * ρ = 3568,84 * 11,74 = 41,90 kA (220 kV)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3.5 CÁLCULOS DE EFECTO CORONA

3.5.1 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DISRUPTIVA

Para el cálculo de la tensión crítica disruptiva (Uc) a partir de la cual el efecto corona puede manifestarse, y aplicada a conductores cilíndricos, puede aplicarse la fórmula de Peek:

$$U_C = m_0 \cdot m_t \cdot \delta \cdot \sqrt{3} \cdot E_{0f} \cdot R \cdot \ln\left(\frac{D}{R}\right)$$

Donde:

m_0: coeficiente de irregularidad del conductor que toma el valor de 1 para tubo cilíndrico y liso.

m_t: coeficiente meteorológico para tener en cuenta el efecto que produce la humedad, que toma el valor de 0,8 para tiempo húmedo y 1 para tiempo seco.

R: radio exterior del tubo en cm; para el tubo de 150 toma un valor de 7,5 cm.

D: distancia media geométrica entre conductores en cm. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre si x cm:

$$D = \sqrt[3]{x \cdot x \cdot 2x} = \sqrt[3]{2} \cdot x = 1{,}26 \cdot x\ cm$$

Embarrado principal. Parque 220 kV: $D = 1{,}26 \cdot 350 = 441\ cm$

δ: factor de corrección de la densidad del aire

$$\delta = 3{,}92 \cdot \frac{H}{273 + \theta}$$

donde H es la presión atmosférica en cm de mercurio y ø es la temperatura del aire en grados Celsius. H a su vez es función de la altitud sobre el nivel del mar, se calcula con la fórmula de Halley:

$$\ln H = \ln 76 - \frac{2{,}3 \cdot Altitud}{18.336}$$

$$\phi = 15 - 6{,}5y$$

Donde y es la altitud en kilómetros.

La nueva subestación estará situada aproximadamente a 264 m de altura sobre el nivel del mar, por lo que $h = 735{,}24$ mm Hg de presión y $\phi = 13{,}28\ ºC$.

Sustituyendo, $\delta = 1$

E_{of}: valor eficaz de campo eléctrico crítico para la aparición del efecto corona, 21,1 kV/cm.

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtiene:

Embarrado principal 220 kV (150 mm)

$$U_c = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \sqrt{3} \cdot 21{,}1 \cdot 7{,}5 \cdot \ln(441/7{,}5) = 1.124{,}52\ kV$$

Esta tensión disruptiva está calculada para buen tiempo. Para el caso de tiempos de niebla, nieve o tempestad debe considerarse disminuida en un 20%, es decir, en este caso:

Embarrado secundario 220 kV (150 mm)

$$U_c = 0{,}8 \cdot 1.124{,}52 = 899{,}62\ kV$$

Por el hecho de estar en el mismo plano los conductores, la tensión disruptiva referida al conductor central debe ser disminuida en un 4% y aumentada en un 6% para los conductores laterales respectivamente.

Como se ve los valores obtenidos están muy alejados de la tensión eficaz entre fase y tierra de los conductores, por lo que no es de esperar que el efecto corona se produzca.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3.6 COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS

En este apartado se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta instalada con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, para proporcionar protección a los aparatos contra los riesgos producidos por tensiones anormales de naturaleza diversa. Estas sobretensiones pueden provocar cebados y causar daños importantes al material, comprometiendo así el suministro de energía a los consumidores.

Se pretende utilizar pararrayos de resistencia variable de óxidos metálicos, en concreto de ZnO, para los cuales existen una serie de consideraciones técnicas que son las siguientes:

1) Determinación de la máxima tensión de operación del sistema

   Para ello se utiliza la curva MCOV (Maximun Continuous Operating Voltage) o curva de voltaje máximo de operación continua de los pararrayos, que presenta como valor más desfavorable, el valor continuo a lo largo del tiempo de 0,8, lo que indica que los pararrayos pueden soportar una tensión del 80% de su tensión nominal durante un tiempo indefinido.

U_n (kV)	U_m (kV)	$U_{m\,f\text{-}t}$ (kV)	U_1 (kV)
220	245	141,45	176,81

   Donde:

$$U_{mf-t} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

$$U_1 = \frac{U_{mf-t}}{0{,}8}$$

Así pues, los valores obtenidos en el nivel de 220 kV indican que los pararrayos de 176,81 kV, pueden soportar continuadamente 141,45 kV.

2) Consideración de las sobretensiones temporales de onda 50Hz, de tiempo apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.)

   Se admite una duración del defecto de puesta a tierra de 2 s, lo que supone una disminución de la tensión del 8%.

   Para redes de puesta a tierra, el coeficiente de puesta a tierra, Cpat, vale 0,8 para redes con neutro efectivamente puesto a tierra y entre 1 y 1,1 para redes con neutro aislado.

   - Para el nivel de 220 kV tomamos un Cpat de 0,8.

   El coeficiente de defecto a tierra, Cdt, se define por la relación entre la tensión eficaz máxima a la frecuencia de la red, entre fase perfectamente aislada y tierra, durante un defecto a tierra (que afecte a una o más fases en un punto cualquiera de la red), y la tensión eficaz entre fase y tierra a la frecuencia de la red que se obtendría en el punto considerado en ausencia del defecto a tierra. Su valor viene dado por la siguiente expresión:

   Cdt = √3 Cpat

   La evaluación de las sobretensiones temporales de corta duración para cada nivel de tensión se hace mediante la expresión:

$$U_2 = \frac{U_{mf-t}}{1{,}08} \cdot Cdt$$

U_n (kV)	$U_{m\,f\text{-}t}$ (kV)	Cpat	U_2 (kV)
220	141,45	0.8	181,48

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3) Elección del tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los apartados anteriores.

Se elige el pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas en los apartados anteriores (U_1 y U_2). Además, se indican las tensiones residuales máximas admisibles de los pararrayos de la clase elegida.

U_n (kV)	U selec (kV)	U comercial (kV)	U_{resmax} (kV cresta)	clase
220	181,48	192	452	3

4) Verificación de la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección de los pararrayos.

Debe cumplirse que:

$$C=\frac{BIL}{U\ residual}\geq 1{,}4$$

Donde, BIL (Basic Insulation Level) es el nivel de aislamiento a la onda de choque 1,2/50 µs en kV cresta entre fases de los aparatos a proteger

U_n (kV)	BIL	U_{resmax} (kV cresta)	C
220	1.050	452	2,32

Por consiguiente, la instalación cumple la coordinación de seguridad exigida (C mayor de 1,4).

5) Elección de la línea de fuga mínima

La longitud de la línea de fuga se hace en función del nivel de contaminación existente en el lugar de emplazamiento de los pararrayos. Se considera que en el emplazamiento de la subestación no hay contaminación apreciable, por tanto:

Línea de fuga ≥ 16 U_{me}

Siendo U_{me} la tensión más elevada prevista para el material.

U_n (kV)	U_{me} (kV)	Línea de fuga mínima (mm)
220	245	3.920

6) Análisis de márgenes de protección

Se realizan según la expresión:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

$$M_P = \left(\frac{BIL}{Ures} - 1\right) \cdot 100$$

Se tiene:

U_n (kV)	BIL	U_{resmax} (kV cresta)	MARGEN (%)
220	1.050	452	132,3

Estos márgenes de protección son ampliamente superiores al valor mínimo del 20%

3.7 CÁLCULO DE CONDUCTORES

3.7.1 CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 220 KV SET LA SERNA PROMOTORES.

Conexión mediante cable

El conductor seleccionado para realizar la conexión entre aparatos de 220 kV es un conductor LA-510.

Las características del conductor son las siguientes:

- Tipo de conductor: RAIL LA-510 (483-AL1/33-ST1A)
- Diámetro del conductor: ø = 29,61 mm
- Sección del conductor: As = 517,3 mm^2
- Peso propio del conductor: ms = 1.599,8 kg/km
- Módulo de elasticidad: E = 6.600 daN/mm^2
- Carga de rotura 115.250 N
- Resistencia Eléctrica (20ºC) 0,0593 Ω/Km

Se pretende en este apartado comprobar que la elección del tipo de conductor elegido es correcta.

Intensidad máxima admisible:

La intensidad máxima que va a existir en la instalación (caso más desfavorable) es de 927,76 A (en el parque de 220 kV)

La intensidad máxima admisible que puede transportar el cable según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT-07, apartado 4.3 se calcula mediante la expresión:

$$I_{adm} = n \cdot D \cdot S \cdot K$$

Siendo,

D= densidad de corriente reglamentaria admisible según la sección del cable en A/mm^2

S= sección del conductor en mm^2

K= coeficiente que depende de la composición del cable

n= número de conductores por fase

En este caso se tiene:

D= 1,70 A/mm^2

S= 517,3 mm^2

K= 0,97 (correspondiente a la composición 45+7)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

n= 2

Por lo tanto,

I_{adm}= 1.706,54 A

<u>Efecto Corona:</u>

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Será interesante por lo tanto, comprobar si en algún punto del parque intemperie 220 kV de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello, utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_C = V_C \cdot \sqrt{3} = \frac{29{,}8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_C \cdot \delta \cdot m_t \cdot n \cdot r \cdot \ln(\frac{DMG}{RMG})$$

Donde:

U_c = tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, o sea, tensión crítica disruptiva.

V_c = tensión simple correspondiente.

29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25ºC de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.

m_c = coeficiente de rugosidad del conductor (se considera 0,85 para cables formados por hilos).

m_t = coeficiente meteorológico (tiempo seco m_t=1, tiempo lluvioso m_t=0,8).

n = número de conductores por fase.

r = radio del conductor en cm (1,48 cms)

DMG = distancia media geométrica entre conductores en cm. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre si x cm:

$$D = \sqrt[3]{x \cdot x \cdot 2x} = \sqrt[3]{2} \cdot x = 1{,}26 \cdot x\ cm$$

En este caso x= 400 cm, por lo que D= 1,26·400= 504 cm

RMG = radio medio geométrico en cm.

$$RMG = \sqrt{r * n * d}$$

Siendo:

- r = radio del conductor [cm]
- d = distancia entre conductores de la misma fase en cm.
- n = número de conductores

δ = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

El valor de δ se calcula por:

$$\delta = 3{,}92 \cdot \frac{H}{273 + \theta} = 0{,}952$$

Donde:

h= presión barométrica en cm de columna de mercurio

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

θ= temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud del punto que se considere.

El valor de h es función de la altitud sobre el nivel del mar. En el caso de la subestación objeto de este proyecto, se encuentra ubicada a menos de 500 metros sobre el nivel del mar por lo que se consideran 735,24 mm Hg de presión (h= 73,52 cm) y la temperatura estimada media, en este caso 12,70ºC.

Por lo tanto se tiene:

- Para tiempo seco: U_c= 770,84 kV> 245 kV
- Para tiempo húmedo: U_c= 616,67 kV > 245 kV

Se observa que no se produce efecto corona.

3.8 CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS

El sistema de puesta a tierra para las instalaciones de Alta (220 kV) y Baja Tensión es único, estando compuesto por:

- Malla de puesta a tierra de la Subestación, para Parque Intemperie y Edificio de Control.

Las tierras de protección y de servicio también pertenecen al mismo sistema, puesto que se cumple Vd < 1.000 V.

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación, se provoca una elevación del potencial del electrodo, a través del cual circula la corriente hacia tierra, apareciendo sobre el terreno gradientes de potencial. Por lo tanto, al diseñar los electrodos de puesta a tierra deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencia: tensiones de paso y contacto.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga funcionar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

3.8.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

3.8.1.1 Normativa utilizada

Las normativas aplicadas para este cálculo del sistema de puesta a tierra son:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba 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.
- IEEE Std 80/2013 "IEEE Guide for Satefy in AC Substation Grounding". (se trata de una guía de aplicación).
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas en edificios.
- IEC -EN – 61024-1 Protección de las estructuras contra el rayo. Parte 1: Principios generales

3.8.1.2 Procedimiento para el cálculo

Para determinar el cumplimiento de las condiciones de seguridad requeridas, se seguirá el procedimiento de cálculo que se indica a continuación, según lo señalado en el apartado 2.1 de la ITC-RAT 13:

- Investigación de las características del terreno.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación.
- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos anteriores son inferiores a los valores máximos.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo como consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobras.
- Puertas metálicas del local.
- Vallas y cercas metálicas.
- Blindajes metálicos del cable.
- Carcasas del transformador.
- Circuitos de BT de los transformadores de medida.
- Descargadores para la eliminación de sobretensiones.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de p.a.t.
- Mallazo de la Subestación, cimentación del Edificio de control, y otras.

3.8.1.3 Datos de partida para el cálculo

Régimen de Neutro: .....Directamente enterrado.

Resistividad del terreno: .....100 Ω·m (Datos estimativo a falta de estudio del terreno)

Tiempo de duración de la corriente de falta: ..... 0,5 segs

Intensidad monofásica de falta: .....21,9 kA

3.8.2 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se calcularán según se especifica en el punto 1.1 de la ITC-RAT 13 utilizando las siguientes expresiones:

- Tensión de paso:

$$U_p = U_{pa}\left[1+\frac{2R_{a1}+2R_{a2}}{Z_B}\right] = 10\,U_{ca}\left[1+\frac{2R_{a1}+6\rho_S}{1000}\right] \qquad (2)$$

- Tensión de contacto:

$$U_c = U_{ca}\left[1+\frac{R_{a1}+R_{a2}}{2\,Z_B}\right] = U_{ca}\left[1+\frac{\frac{R_{a1}}{2}+1{,}5\rho_S}{1000}\right] \qquad (1)$$

Por otro lado, según IEEE-80-2013 dichos valores son (para una persona de 70 kg):

- Tensión de paso: $E_{step} = (1000 + 6 \cdot C_S \cdot \rho_s)\frac{0{,}157}{\sqrt{t_s}}$
- Tensión de contacto: $E_{touch} = (1000 + 1{,}5 \cdot C_S \cdot \rho_s)\frac{0{,}157}{\sqrt{t_s}}$

Siendo Cs el factor de reducción siguiente:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

$$C_S = 1 - \left(\frac{0{,}09 \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_S}\right)}{2 \cdot h_s + 0{,}09} \right)$$

Donde:

ρ: resistividad del terreno (Ω•m) = 100 Ω •m

ρ_s : resistividad de la gravilla (Ω•m) = 3.000 Ω •m

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

Con lo que: Cs= 0,67

– E_{step} = 3.035,94 V E_{touch} = 925,51 V

3.8.3 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

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

$$R_S = \rho \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right) = 0{,}77\ \Omega$$

Donde:

ρ: resistividad del terreno (Ω•m) = 100 Ω•m

L: Longitud total de conductor enterrado (m) = 2.576,50 m

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

A: Superficie ocupada por la malla (m^2) = 3.848,25 m^2

3.8.4 INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El valor estimado de la intensidad monofásica de cortocircuito para la subestación es de 21,9 kA.

De acuerdo con la IEEE-80-2013 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.

Para determinar esta reducción se utilizan los gráficos siguientes (IEEE Std 80-2013 Anexo C).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001...
JOSE LUIS OTELLE ROMEO
VISADO Nº. : VD...-21A
DE FECHA : 24/5/21
INGENIERIA Y PROYECTOS
E-VISADO

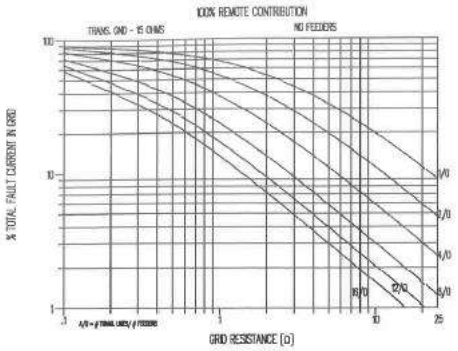


Figure C.13—Curves to approximate split factor S_f

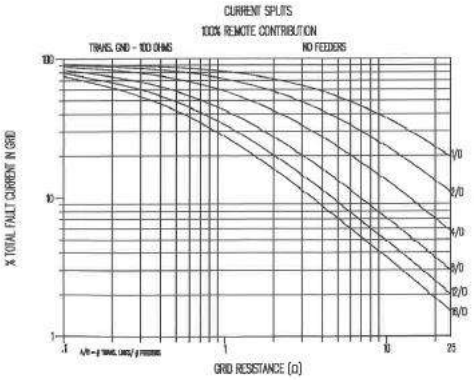


Figure C.14—Curves to approximate split factor S_f

Dado que en la subestación hay 4 líneas, se adopta un 100% de contribución remota.

Para determinar esta reducción se utiliza el gráfico anterior, partiendo de la resistencia de puesta a tierra (Rg) y el número de líneas de transmisión y de distribución.

Como la resistencia de puesta a tierra es de 0,77 Ω, el factor que resulta es del 57,65%, si consideramos una resistencia a tierra de la línea de 100 Ω.

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

Cp: Factor de incremento por futuras ampliaciones. En este caso Cp = 1,2.

$$I_g = 21{,}9 \cdot 57{,}65\% \cdot 1{,}2 = 15{,}15\ kA$$

3.8.5 EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Utilizando el estándar IEEE 80, se pueden calcular unos valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos determinados niveles de falta, y para un diseño previo de la malla de red de tierras.

Los datos iniciales utilizados para el cálculo han sido:

Resistividad del terreno (ρ).....100 Ω•m

Espaciado medio entre conductores (D).....3,00 m

Profundidad del conductor enterrado (h) .....0,6 m

Diámetro del conductor (120 mm^2) (d).....0,014 m

Longitud del conductor enterrado (L).....2.568,50 m

Intensidad de defecto (I_g) .....15,15 kA

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

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

$$K_i = 0{,}644 + 0{,}148 \cdot n = 3{,}69$$

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

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d = 20{,}56$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_C}{L_p} = 20{,}42$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} = 1{,}01$$

$$n_c = \left[\frac{L_X \cdot L_Y}{A}\right]^{\frac{0{,}7 \cdot A}{L_X \cdot L_Y}} = 1$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_X^2 + L_Y^2}} = 1$$

Lc = longitud del conductor de la malla = 2.568,50 m

Lp = longitud del perímetro de la malla = 251,60 m

Lx = longitud máxima de la malla en la dirección x = 73,3 m

Ly = longitud máxima de la malla en la dirección y = 52,5 m

Dm = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 90,16 m

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[\ln\left(\frac{D^2}{16h \cdot d} + \frac{(D+2h)^2}{8D+d} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h}\ln\left(\frac{8}{\pi(2n-1)}\right)\right] = 0{,}41$$

$$K_S = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D}(1 - 0{,}5^{n-2})\right] = 0{,}45$$

De acuerdo con la IEEE-80-2013, la fórmula que permite obtener el valor de la tensión de contacto es:

$$E_{contacto} = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} = 920{,}82\ V$$

Y la fórmula que permite obtener la tensión de paso:

$$E_{paso} = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} = 1.334{,}23\ V$$

Los valores obtenidos son menores que los valores límite tanto de la IEEE-80-2013 como de la MIE-RAT13.

(*) NOTA ACLARATORIA: Los valores iniciales de resistividad eléctrica del terreno son estimativos. Será necesario realizar en el estudio geotécnico del terreno un análisis de tomografías en el cual se indique el valor de dicha resistividad. De igual forma, una vez la instalación esté finalizada deberá de realizarse toma de datos de los valores de tensiones de paso y contacto efectivos, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3.9 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 y/o puntas Franklin.

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 la correspondiente a las partes bajo tensión.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la siguiente expresión:

$r = 8 \times I^{0,65}$

en donde:

I = 1,1 *U * N / Z, siendo:

U = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 1425 kV

N = número de líneas conectadas a la subestación = 4

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

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

I = 1,1 * 1.425 * 4/400 = 15,675 kA

Luego la zona de captura será:

$r = 8 * 15,675^{0,65} = 47,86$ m

El radio crítico de 47,86 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

4 CONDUCTOR LÍNEA SUBTERRANEA DE ALTA TENSIÓN 220 KV

A continuación se establecen los cálculos eléctricos justificativos necesarios para la elección del cable aislado necesario, en el nivel de 220 kV, para realizar el entronque subterráneo con la línea aérea existente Alcarama – La Serna 220 kV (REE) en el nivel de 220 kV.

Se considera que debido a la longitud existente entre ambos extremos y la existencia de un empalme intermedio se establece la conexión de las pantallas del cable de potencia mediante un sistema "mid point".

En el momento de la realización de este proyecto se considera el valor de cortocircuito en el nivel de 220 kV con una intensidad monofásica de cortocircuito de 18,7 kA según el Informe Anual de la Corriente de Cortocircuito en la red de transporte del SEPE (REE) para la instalación en el nudo de conexión.

Los datos principales son los siguientes:

- Tensión nominal: 220 kV.
- Tensión más elevada: 245 kV.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Intensidad de cortocircuito monofásico: 18,7 kA.
- Duración del cortocircuito: consideramos ts = 1s.
- Tipo de instalación: Enterrado en zanja, en prisma de hormigón bajo tubo.

Los cálculos eléctricos que se llevan a cabo para el dimensionamiento del cable aislado, serán los siguientes:

- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito admisible por el conductor.
- Perdidas admisibles por caída de tensión.

Se pretende en este apartado comprobar que la elección del tipo de conductor elegido es correcta.

4.1 INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima que obtenemos en el nivel de 220 kV para una potencia de 353,52 MVA que evacua la subestación:

$$In = 927,76 \text{ A}$$

Establecemos el siguiente cable para el transporte de la energía:

2XS(FL)2Y 127/220kV 1x(3x1x2500 mm^2) Al RMS/110

Las características eléctricas principales son las siguientes:

- Tensión de operación : 220 kV
- Tensión de operación máxima: 245 kV.
- Tensión de impulso: 1.050 kV.

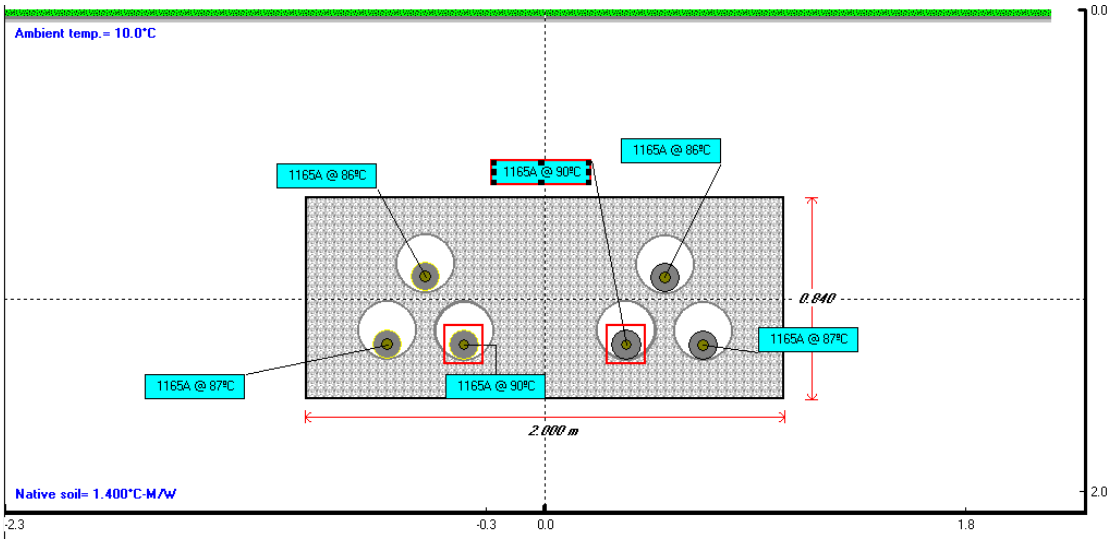
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- Capacidad: 0,294 µF/km.
- Resistencia (20 ºC) 0,0119 Ω/km

Para realizar el cálculo de la intensidad máxima admisible de la línea subterránea, se han tenido en cuenta las condiciones de instalación de una terna de cables (por circuito) a tresbolillo, enterradas en prisma de hormigón bajo tubo a una profundidad de 1,5 metros, temperatura del terreno 10ºC y resistividad térmica 1,4 K.m/W.

A continuación, se muestra una imagen de la simulación de esta instalación a máxima corriente admisible:



Como se puede observar en la imagen la intensidad máxima que soportada por este conductor en estas características de instalación es de 1165 A alcanzando los 90ºC que es la temperatura máxima que soporta el conductor según el fabricante, por lo tanto este conductor en las condiciones indicadas, soporta la corriente nominal que circulara por el circuito (927,76 A).

4.2 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE

Las ecuaciones y tablas utilizadas en este apartado se obtienen de la norma UNE-60364-5-54.

Para el cálculo de la sección mínima del conductor adecuado para soportar la intensidad de cortocircuito se utilizará la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 * t}}{k}$$

Donde:

S= área transversal en mm2

I= es el valor eficaz expresado en amperios de la corriente de defecto esperada, para un defecto de impedancia despreciable que puede circular a través del dispositivo de protección

t= es el tiempo de operación en segundos del dispositivo de protección para una desconexión automática

k= es el factor dependiente del material del conductor de protección, del aislamiento y otras partes y de las temperaturas iniciales y finales.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Para el cálculo del factor k se hace uso de la ecuación dada por la norma UNE-60364-5-54 en su Anexo A:

$$k = \sqrt{\frac{Q_C(\beta + 20)}{\rho_{20}} \ln\left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}\right)}$$

Donde:

Q_C= es la capacidad calorífica volumétrica del material conductor (J/K*mm3) a 20°C

β= es la inversa del coeficiente de temperatura de la resistividad a 0°C para el conductor (°C)

ρ_{20} = es la resistividad eléctrica del material condutor a 20°C (Ω*mm)

θ_i= Temperatura inicial del conductor (°C)

θ_f= Temperatura final del conductor (°C)

Calculamos k:

Tabla A.54.1 – Valor de parámetros para diferentes materiales

Material	β * °C	Q_c * J/°Cmm³	ρ_{20} * Ωmm	$\sqrt{\frac{Q_c(\beta+20)}{\rho_{20}}}$ $A\sqrt{s}/mm^2$
Cobre	234,5	$3,45 \times 10^{-3}$	$17,241 \times 10^{-6}$	226
Aluminio	228	$2,5 \times 10^{-3}$	$28,264 \times 10^{-6}$	148
Acero	202	$3,8 \times 10^{-3}$	138×10^{-6}	78

* Valores tomados de la Norma IEC 60949.

- **Sección conductor:**

$$k = \sqrt{\frac{2,5 * 10^{-3} * (228 + 20)}{28,264 * 10^{-6}} \ln\left(\frac{228 + 250}{228 + 90}\right)} = 94,55$$

Por lo tanto la sección mínima del conductor será:

$$S = \frac{\sqrt{18700^2 * 0,5}}{94,55} = 139,85\ mm^2$$

La sección mínima para soportar la corriente de cortocircuito que se puede producir (18,7 kA) es de 139,85 mm^2 y el conductor elegido tiene una sección de 2500 mm^2 por lo tanto cumple la condición de intensidad de cortocircuito admisible.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- **Sección pantalla:**

$$k = \sqrt{\frac{3{,}45 * 10^{-3} * (234{,}5 + 20)}{17{,}241 * 10^{-6}} \ln\left(\frac{234{,}5 + 250}{234{,}5 + 90}\right)} = 142{,}87$$

Por lo tanto la sección mínima del conductor será:

$$S = \frac{\sqrt{18700^2 * 0{,}5}}{142{,}87} = 92{,}55\ mm^2$$

La sección mínima para soportar la corriente de cortocircuito que se puede producir (18,7 kA) es de 92,55 mm^2 y la pantalla del conductor elegido tiene una sección de 110 mm^2 por lo tanto cumple la condición de intensidad de cortocircuito admisible.

4.3 PÉRDIDAS ADMISIBLES POR CAIDA DE TENSIÓN

Finalmente, consideraremos las pérdidas que se produzcan en dicho conductor en servicio continuo y para la longitud del trazado, el cual consideraremos que es de 718 metros. Inicialmente se calcula la reactancia del cable elegido y la resistencia del de este conductor en corriente alterna a la máxima temperatura de servicio, ya que el fabricante no aporta ningún dato sobre ello.

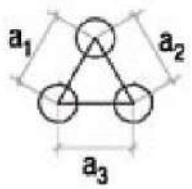
- **Reactancia:**

La reactancia sigue la siguiente fórmula:

$$X = w * L$$

Donde:

$\boldsymbol{w} = 2 * \pi * f$, siendo la frecuencia 50 Hz



$\boldsymbol{L} = \left(0{,}05 + 0{,}2 * \ln\left(\frac{2 * DMG}{\emptyset c}\right)\right) * 10^{-3}$

$\emptyset \boldsymbol{c}$ = Diámetro del conductor (60,9 mm)

$\boldsymbol{DMG} = \sqrt[3]{a1 * a2 * a3}$

Siendo la disposición del conductor en tresbolillo: a1=a2=a3= 350 mm

Por lo tanto:

$DMG = 350\ mm$

$\boldsymbol{L} = 5{,}38 \times 10^{-4} \left(\frac{H}{km}\right)$

Con esto se obtiene el valor de la reactancia: $X = 0{,}169\ \frac{\Omega}{km}$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- **Resistencia en corriente alterna para la máxima temperatura de servicio**

La resistencia del conductor en corriente alterna a la máxima temperatura de servicio, viene dada por la siguiente ecuación:

$$R = R' * (1 + y_s + y_p)$$

Donde:

R : Resistencia del conductor en corriente alterna a la máxima temperatura de servicio.

R': Resistencia del conductor en corriente continua a la máxima temperatura de servicio.

y_s: Factor pelicular

y_p: Factor de proximidad

- *Resistencia en corriente continua*

La resistencia del conductor en corriente continua a la máxima temperatura de servicio, viene dada por la siguiente ecuación:

$$R' = R_0[1 + \alpha(\theta - 20)]$$

Donde:

R': Resistencia del conductor en corriente continua a la máxima temperatura de servicio.

R_0 : Resistencia del conductor en corriente continua a 20 $°C$

α : Coeficiente de variación de resistencia especifica por temperatura del conductor en $°C^{-1}$ (0,00403 $°C^{-1}$ para aluminio)

Calculando:

R_0 = 0,0119 $\left(\frac{\Omega}{km}\right)$ (dato aportado por el fabricante de cables)

$R' = 1{,}525 * 10^{-5} \left(\frac{\Omega}{m}\right)$

- *Factor Pelicular*

Viene dado por las siguientes formulas:

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0{,}8x_s^4}$$

$$x_s^2 = \frac{8\pi f}{R'} * 10^{-7} * k_s$$

Donde:

x_s : Argumento de la función de Bessel

f : frecuencia

k_s=1

Sustituyendo valores obtenemos:

$x_s^2 = 8{,}24$

$y_s = 0{,}275$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0007
JOSE LUIS
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

- *Factor de Proximidad*

Viene dado por las siguientes formulas:

$$y_p = \frac{x_p^4}{192 + 0{,}8x_p^4}\left(\frac{\phi_c}{s}\right)^2\left[0{,}312\left(\frac{\phi_c}{s}\right)^2 + \frac{1{,}18}{\frac{x_p^4}{192 + 0{,}8x_p^4} + 0{,}27}\right]$$

$$x_p^2 = \frac{8\pi f}{R'} * 10^{-7} * k_p$$

Donde:

x_p: Argumento de la función de Bessel

ϕ_c : Diámetro del conductor

s: Distancia entre fases

k_p=1

f : frecuencia

Sustituyendo obtenemos los siguientes valores:

x_p^2= 8,24

$y_p = 0{,}0247$

Calculamos con todos estos datos la resistencia de corriente alterna:

$$R = 1{,}525 * 10^{-5} * (1 + 0{,}275 + 0{,}0247) = 1{,}98 * 10^{-5}\left(\frac{\Omega}{m}\right) = 0{,}0198\left(\frac{\Omega}{km}\right)$$

Finalmente, mediante la siguiente expresión, comprobamos que la caída de tensión en el cable elegido no supera los límites recomendados:

$$\Delta \mathrm{U} = \sqrt{3} * \mathrm{L} * \mathrm{I} * (\mathrm{R} * \cos\phi + X * \sin\phi)$$

Siendo:

- **ΔU** = es la caída de tensión [V]
- **L** = es la longitud de la línea [km]
- **I** = Corriente nominal que recorre la línea [A].
- **R** = resistencia del conductor en c.a. a la máxima temperatura de servicio [Ω /km]
- **X** = reactancia de la línea [Ω /km]
- $\cos\phi$ = 0,95
- $\sin\phi$ = 0,31

En el caso del conductor elegido:

- L = 0,718 km
- I = 927,76 A
- R = 0,0198 ohm/km
- X = 0,169 ohm/km

Así que la caída de tensión el con conductor resulta:

$$\Delta \mathrm{U} = \sqrt{3} * 0{,}718 * 927{,}76 * (0{,}0198 * 0{,}95 + 0{,}169 * 0{,}31) = 82{,}14\ V$$

Lo cual hace que la caída porcentual de tensión sea de 0,037%, que está por debajo de la caída de tensión de un 4,5% admisible, por lo tanto se cumple la condición de caída de tensión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ANEJO 2. ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 1001937
JOSE LUIS DE LA FONTEINA
VISADO VD01663-21A
DE FECHA 24/5/21
INGENIERIA Y PROYECTOS
E-VISADO

ÍNDICE

1 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) 3
2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD 5
3 PREVENCIÓN DE RESIDUOS 6
4 SEPARACIÓN DE RESIDUOS 7
5 GESTIÓN DE RESIDUOS 7
6 REUTILIZACIÓN 7
7 VALORIZACIÓN 8
8 ELIMINACIÓN 8
9 DESTINO RCD'S 8
10 VALORACION DEL COSTE DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS 9

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 1001937
JOSÉ LUIS OTE LOPOMEDINA
VISADO VD01663-21A
DE FECHA 24/5/21
INGENIERÍA Y PROYECTOS
E-VISADO

1 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN
		1.- Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicas
X	17 01 01	Hormigón
	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas que contienen sustancias peligrosas
		2.- Madera, vidrio y plástico
	17 02 01	Madera
X	17 02 02	Vidrio
X	17 02 03	Plástico
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico que contienen sustancias peligrosas
		3.- Productos derivados del alquitrán
	17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas
	17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
		4.- Metales
	17 04 01	Cobre, bronce y latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 07	Metales mezclados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y sustancias peligrosas
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
		5.- Tierra, piedras y lodos de drenaje
	17 05 03*	Tierra y piedras que contiene sustancias peligrosas
X	17 05 04	Tierra y piedras distintos de los especificados en el código 17 05 03
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
		6.- Materiales de aislamiento y amianto
	17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
	17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que contiene sustancias peligrosas
X	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados
		7.- Materiales de yeso
	17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso con sustancias peligrosas
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los anteriores
		8.- Otros Residuos de construcción
	17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB
	17 09 03*	Otros residuos de construcción que contienen sustancias peligrosas
	17 09 04	Residuos de construcción distintos de los especificados

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 1937
JOSÉ LUIS DE LA FUENTE GARCÍA
VISADO: VD01663-21A
DE FECHA: 24/05/21
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:
E-VISADO

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN
		9.- Residuos municipales
	20 01 13*	Disolventes
	20 01 21*	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio
	20 01 27*	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas que contienen sustancias peligrosas
X	20 01 28	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas distintas de las indicadas
X	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 02 03	Otros residuos NO biodegradables
		10.- Residuos de envase
X	15 01 01	Envases de papel y cartón
X	15 01 02	Envases de plástico
	15 01 03	Envases de madera
	15 01 04	Envases metálicos
	15 01 07	Envases de vidrio
	15 01 10*	Envases que contiene sustancias peligrosas
	15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración contaminados por sustancias peligrosas
X	15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración distintos de los indicados
		11.- Residuos de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos)
	08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos peligrosas
	08 01 12	Residuos de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 08 01 11
	08 04 09*	Residuos de adhesivos y sellantes que contienen sustancias peligrosas
	08 04 10	Residuos de adhesivos y sellantes distintos de especificados en código 08 04 09
		12.- Residuos de aceites y de combustibles líquidos
	13 01 09*	Aceites hidráulicos minerales clorados
	13 01 10*	Aceites hidráulicos minerales no clorados
	13 01 11*	Aceites hidráulicos sintéticos
	13 01 12*	Aceites hidráulicos fácilmente biodegradables,
	13 02 04*	Aceites minerales clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 06*	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 07*	Aceites fácilmente biodegradables de motor, de transmisión y lubricantes
	13 07 01*	Fuel oil y gasóleo
	13 07 02*	Gasolina
		13.- Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos
	14 06 02*	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
	14 06 03*	Otros disolventes y mezclas de disolventes.
		14.- Residuos NO especificados
	16 01 03	Neumáticos fuera de uso
	16 01 07*	Filtros de aceite
	16 01 13*	Líquidos de frenos
	16 06 01*	Baterías de plomo
	16 06 02*	Acumuladores de Ni-Cd.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 1937
VISADO: VD01663-21A
DE FECHA: 24/5/21
E-VISADO

2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD

Se propone realizar una estimación del volumen total de residuos generados, mediante la asignación de un 0,2% de volumen sobre la superficie de SET y LSAT. Este valor se ha obtenido de otros estudios de residuos de similares características. El contratista podrá utilizar durante la redacción del plan de RCD's, cualquier otro método de cálculo, de reconocido prestigio, siempre que sea aprobado por la Dirección facultativa de la obra.

SET:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS		
Superficie Construida total	4100,14	m²
RCD's previstos	0,002	m³/m²
Volumen de RCD's	8,20	m³

LSAT:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS		
Superficie Construida total	20908,21	m²
RCD's previstos	0,002	m³/m²
Volumen de RCD's	41,82	m³

Para estimar el volumen previsto de cada residuo identificado anteriormente, se toma un porcentaje en volumen basado en la composición residuos media que llega a vertedero, según fuentes contrastadas en el Plan Nacional de Residuos.

SET	% VOLUMEN	VOLUMEN (m³)	DENSIDAD (t/m³)	TONELADAS
RCD's: Naturaleza no pétrea		**5,99 m³**	-	**5,69 t**
Asfaltos-Bituminosos	2,00%	0,16 m³	1,5 t/m³	0,25 t
Madera	15,00%	1,23 m³	0,6 t/m³	0,74 t
Metales y sus aleaciones	15,00%	1,23 m³	1,5 t/m³	1,85 t
Papel y cartón	15,00%	1,23 m³	0,9 t/m³	1,11 t
Plástico	13,00%	1,07 m³	0,6 t/m³	0,64 t
Vidrio	3,00%	0,25 m³	1,2 t/m³	0,30 t
Otros	10,00%	0,82 m³	1 t/m³	0,82 t
RCD's: Naturaleza pétrea		**2,20 m³**	-	**3,05 t**
Arena, grava y otros áridos	10,00%	0,82 m³	1,2 t/m³	0,98 t
Hormigón	10,00%	0,82 m³	1,5 t/m³	1,23 t
Materiales de yesos	0,00%	0,00 m³	1,5 t/m³	0,00 t
Otros	6,80%	0,56 m³	1,5 t/m³	0,84 t
RCD: Potencialmente peligrosos	0,20%	**0,02 m³**	1 t/m³	**0,02 t**
RCD's TOTAL		**8,20 m³**		**8,76 t**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 1937
VISADO VD01663-21A
DE FECHA 24/5/21
E-VISADO

LSAT	% VOLUMEN	VOLUMEN (m³)	DENSIDAD (t/m³)	TONELADAS
RCD's: Naturaleza no pétrea		**30,53 m³**	-	**29,02 t**
Asfaltos-Bituminosos	2,00%	0,84 m³	1,5 t/m³	1,25 t
Madera	15,00%	6,27 m³	0,6 t/m³	3,76 t
Metales y sus aleaciones	15,00%	6,27 m³	1,5 t/m³	9,41 t
Papel y cartón	15,00%	6,27 m³	0,9 t/m³	5,65 t
Plástico	13,00%	5,44 m³	0,6 t/m³	3,26 t
Vidrio	3,00%	1,25 m³	1,2 t/m³	1,51 t
Otros	10,00%	4,18 m³	1 t/m³	4,18 t
RCD's: Naturaleza pétrea		**11,21 m³**	-	**15,56 t**
Arena, grava y otros áridos	10,00%	4,18 m³	1,2 t/m³	5,02 t
Hormigón	10,00%	4,18 m³	1,5 t/m³	6,27 t
Materiales de yesos	0,00%	0,00 m³	1,5 t/m³	0,00 t
Otros	6,80%	2,84 m³	1,5 t/m³	4,27 t
RCD: Potencialmente peligrosos	0,20%	**0,08 m³**	1 t/m³	**0,08 t**
RCD's TOTAL		**41,82 m³**		**44,66 t**

3 PREVENCIÓN DE RESIDUOS

NO	SI	MEDIDA PREVENCIÓN / REDUCCIÓN
	X	Separación de residuos en origen (en obra)
	X	Inventario de residuos peligrosos (si los hay)
	X	Separación de residuos biodegradables (basura orgánica)
	X	Nombramiento de responsable de prevención / reducción de residuos.
	X	Utilización de materiales prefabricados (elementos de hormigón, bloques prefabricados…)
	X	Utilización de materiales con mayor vida útil o que favorezcan su reutilización, reciclado, etc.
	X	Evitar derrames, fugas, roturas de material o inservible mediante un control de calidad.
X		Posibilidad de utilizar el material sobrante o No válido en otra obra o uso distinto.
	X	Control y medición de unidades de obra durante la recepción del material.
	X	Utilización de envases y embalajes reciclables de materiales para la construcción.
	X	Implantación de medidas de vigilancia y control de vertidos incontrolados.
	X	Otras a incluir por el poseedor de residuos (constructor)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 1937
VISADO: VD01663-21A
DE FECHA: 24/5/21
E-VISADO

4 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al Art. 5 R.D.105/2008 el poseedor de residuos deberá proceder a su separación en fracciones, cuando se prevea que los residuos superen las siguientes cantidades:

RESIDUO RCD's	PREVISTO (T)	LÍMITE (T)
Hormigón	1,23 t	80 t
Ladrillos, tejas y material cerámico	0 t	40 t
Metal	1,85 t	2 t
Madera	0,74 t	1 t
Vidrio	0,3 t	1 t
Plástico	0,64 t	0,5 t
Papel y cartón	1,11 t	0,5 t

Según la estimación de volumen de residuos RCD's realizada, se deberán tomar medidas de separación para cada fracción identificada en la tabla, que deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

NO	SI	MEDIDA SEPARACIÓN
X		Eliminación previa de materiales desmontables (solo en caso de demolición)
X		Utilización de contenedores de gran volumen para RCD's (solo en caso de demolición)
X		Recogida de RCD's en obra (todo mezclado)
	X	Separación de residuos peligrosos RRPP's (si los hay)
	X	Acondicionamiento de zonas en obra para efectuar la separación de RCD's
	X	Nombramiento de responsable en obra de controlar y supervisar la separación de RCD's
	X	Utilización de contenedores públicos para residuos biodegradables (si los hay)
	X	Utilización de envases / sacos de 1 m³ para separación de RCD's
	X	Identificación de residuos mediante etiquetas o símbolos

5 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes (reutilización, valorización o eliminación). Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

6 REUTILIZACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de reutilización
X		Previsión de reutilización en la misma obra o en otro emplazamiento externo
X		Reutilización de hormigón en plantas de hormigón o cementeras
X		Reutilización de mezclas bituminosas en otras obras
	X	Reutilización de arena y grava en áridos reciclados o urbanización
X		Reutilización de ladrillos triturados o deteriorados en otras obras
X		Reutilización de material cerámico en otras obras

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 1001937
JOSE LUIS DE LA FOMENTINA
VISADO VD01663-21A
DE FECHA 24/5/21
INGENIERIA Y PROYECTOS
E-VISADO

X		Reutilización de materiales NO pétreos: madera, yeso, vidrio en otras obras
X		Reutilización de materiales metálicos en otras obras

7 VALORIZACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
X		Valorización en la misma obra
	X	Entrega a gestor de RCD's autorizado
X		Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
X		Recuperación o regeneración de disolventes
	X	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas (basuras)
	X	Reciclado o recuperación de compuestos metálicos en fundiciones o similar
	X	Reciclado o recuperación de hormigones, gravas y arenas para hormigón nuevo, material de base en carreteras, sellado de vertederos
	X	Reciclado o recuperación de mezclas bituminosas en plantas de asfalto
X		Regeneración de ácidos o bases
X		Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura

8 ELIMINACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de eliminación
	X	Depósito de RCD's en vertedero autorizado de residuos inertes
	X	Depósito en vertedero de residuos peligrosos
X		Eliminación de RCD's en incinerador

9 DESTINO RCD'S

Se aporta una tabla resumen donde se refleja la salida/gestión que se propone dar a cada RCD identificado y cuantificado anteriormente. Constituye una propuesta que deberá ser confirmada por el poseedor de residuos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 1001937
JOSÉ LUIS DE LA FOMENA
VISADO VD01663-21A
DE FECHA 24/5/21
INGENIERÍA Y PROYECTOS
E-VISADO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	DESTINO
17 01 01	Hormigón	Valorización (reciclado)	Fabricación hormigón nuevo
17 01 01	Madera	Valorización (reciclado)	Valorización como combustible
17 02 02	Vidrio	Valorización (reciclado)	Depósito en vertedero
17 02 03	Plástico	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
17 03 02	Mezclas bituminosas	Valorización (reciclado)	Fabricación de asfaltos
17 04 02	Aluminio	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 04 05	Hierro y acero	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 05 04	Tierra y piedras	Valorización (reutilización)	Utilización en obras externas
17 06 04	Materiales de aislamiento	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 08 02	Materiales de yeso	Sin tratamiento	Depósito en vertedero
20 01 21*	Tubos fluorescentes	Valorización (reciclado)	Gestor de Residuos Peligrosos
20 02 01	Residuos biodegradables	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
15 01 01	Envases de papel y cartón	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
15 02 03	Absorbentes	Valorización (reciclado)	Depósito en vertedero

10 VALORACION DEL COSTE DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS

Se ha previsto un coste de 2.012,86 € para el almacenamiento de los residuos dentro de la obra y su transporte al Gestor autorizado de residuos.

	SET	LSAT		
OBJETO	CANTIDAD (Tn)	CANTIDAD (Tn)	UNITARIO (€/Tn)	TOTAL
RCD's: Naturaleza no pétrea				
Asfaltos-Bituminosos	0,25	1,25	10	15,01 €
Madera	0,74	3,76	12	54,02 €
Metales y sus aleaciones	1,85	9,41	35	393,88 €
Papel y cartón	1,11	5,65	25	168,81 €
Plástico	0,64	3,26	20	78,03 €
Vidrio	0,30	1,51	20	36,01 €
Otros	0,82	4,18	15	75,03 €
RCD's: Naturaleza pétrea				
Arena, grava y otros áridos	0,98	5,02	5,5	33,01 €
Hormigón	1,23	6,27	15	112,54 €
Materiales de yesos	0,00	0,00	15	- €
Otros	0,84	4,27	15	76,53 €
Material excavacion a vertedero	0,00	0,00	5,5	- €
RCD: Potencialmente peligrosos	0,02	0,08	450	45,02 €
RCD's TOTAL				**1.087,86 €**

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs				
DESCRIPCIÓN	ESTIMACIÓN		UNITARIO	TOTAL
Horas de formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores de la obra.	25	h	25,00	625,00 €
Retirada y devolución de bobinas en caso de que el fabricante no viniera a recogerlas	1	ud	300,00	300,00 €
TOTAL				**2.012,86 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Anexo 3. CAMPO MAGNÉTICO SUBESTACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJA MIMOMEDINA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ÍNDICE

1 OBJETO 3
2 NORMATIVA 3
3 METODOLOGIA DE ANALISIS 4
4 SUBESTACION LA SERNA PROMOTORES 220 KV 5
4.1 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION Y DATOS DE CÁLCULO 5
4.2 RESULTADOS 7
5 EVALUACION DE LOS RESULTADOS 9
6 CONCLUSIONES 9

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJA LIMOMEDA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

1 OBJETO

El objeto de este anexo es valorar los campos magnéticos que se producirán en la Subestación LA SERNA PROMOTORES de 220 kV para la evacuación la energía producida en los parques eólicos indicados en la memoria, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El municipio afectado por la implantación de la subestación es Tudela (Comunidad Foral de Navarra).

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.

2 NORMATIVA

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 µT).

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".

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJERO MEDINA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

3 METODOLOGIA DE ANALISIS

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.

El cálculo está basado en un cálculo analítico 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.

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 en forma de gráfico en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJ[illegible]
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

4 SUBESTACION LA SERNA PROMOTORES 220 KV

4.1 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION Y DATOS DE CÁLCULO

La configuración de la instalación considerada es la siguiente:

Sección:

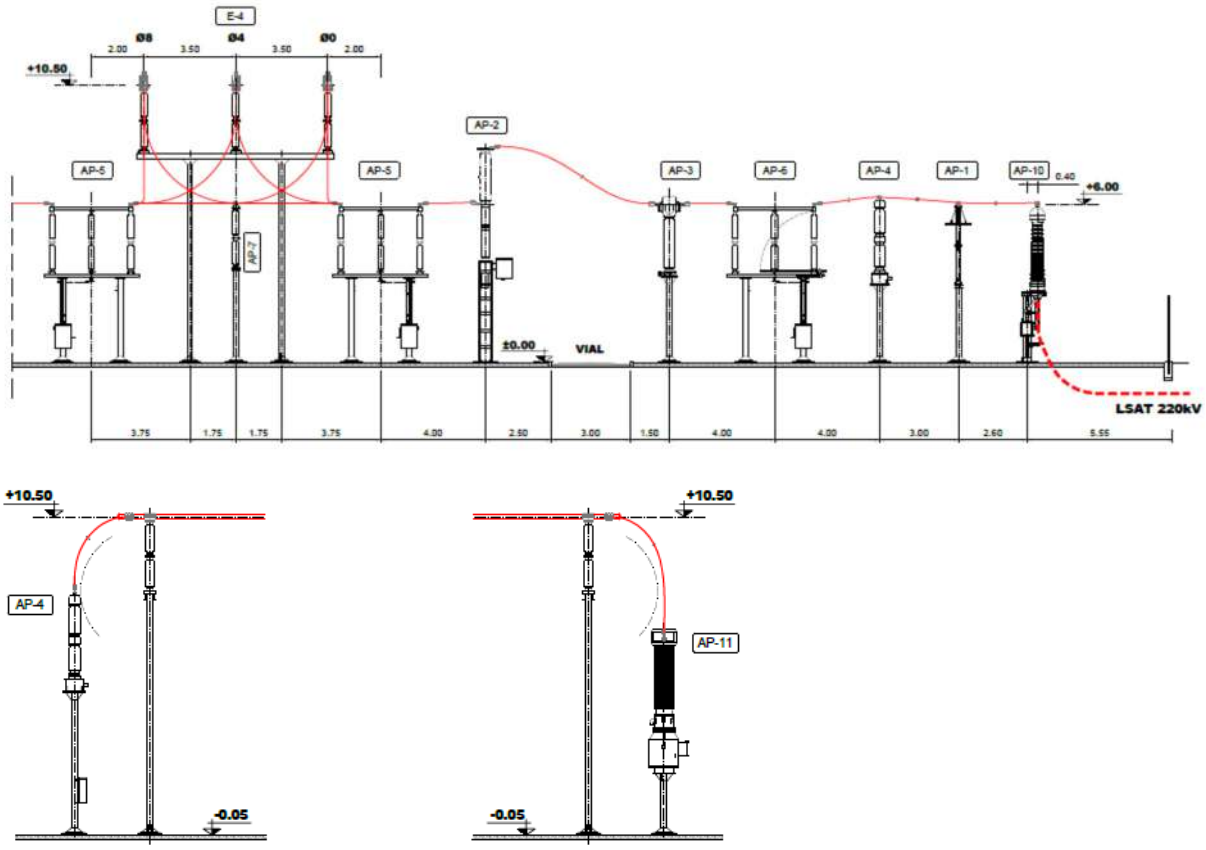


Figura 1

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJ[illegible]
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Planta:

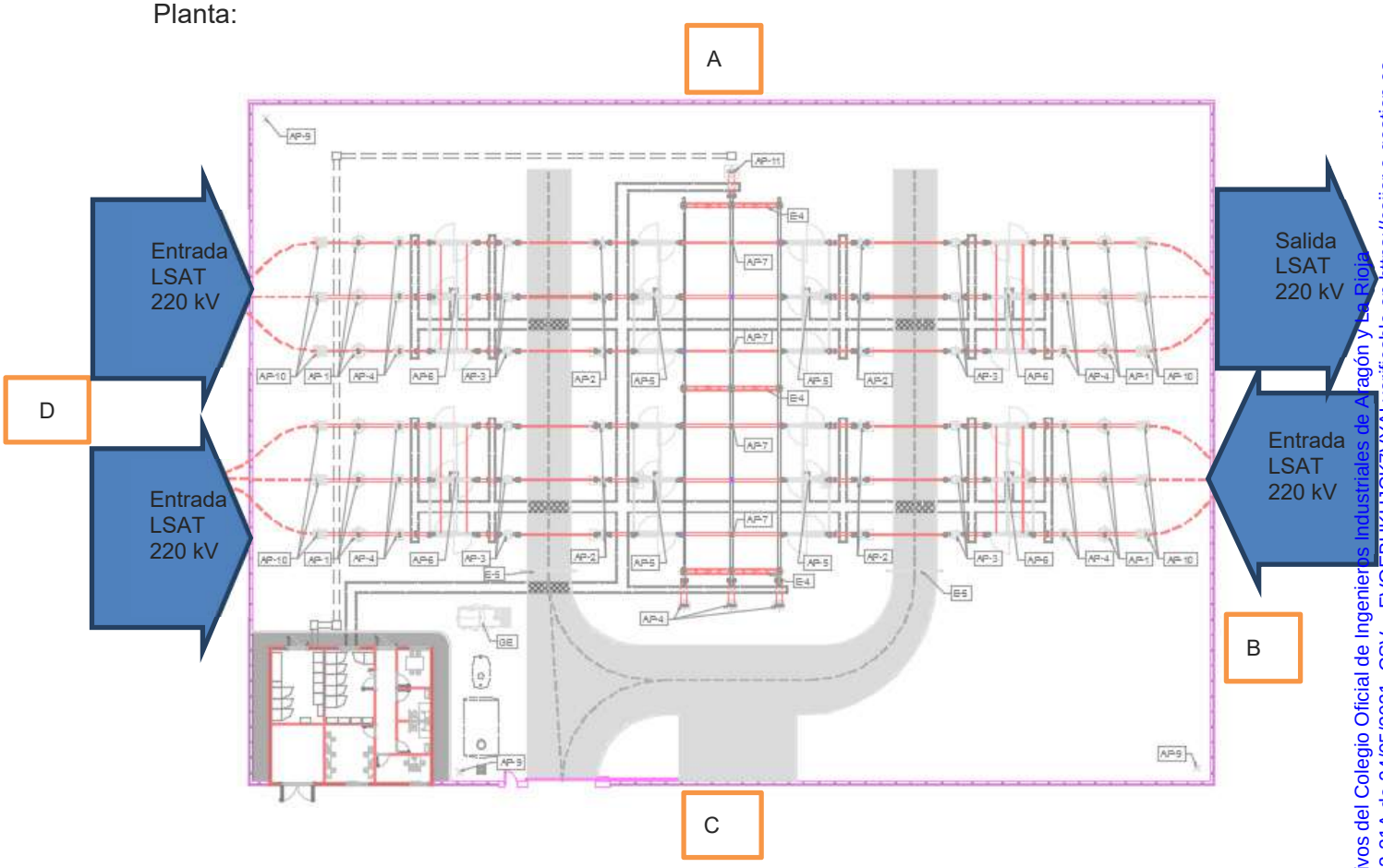


Figura 2

La misma consta de dos posiciones para las siguientes líneas de entrada:

- L1: LSAT 220 kV SET SANGORRÍN
- L2: LSAT 220 kV SET P.E LOS CHOPOS
- L1: LSAT 220 kV SET ALCARAMA

Y la siguiente posición de salida:

- L3: LSAT 220 kV SET LA SERNA 220 kV (REE)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAl verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001
JOSE LUIS OSTALOMED
VISADO Nº : VD
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

A continuación se muestra un modelo 3D de los cables de la instalación

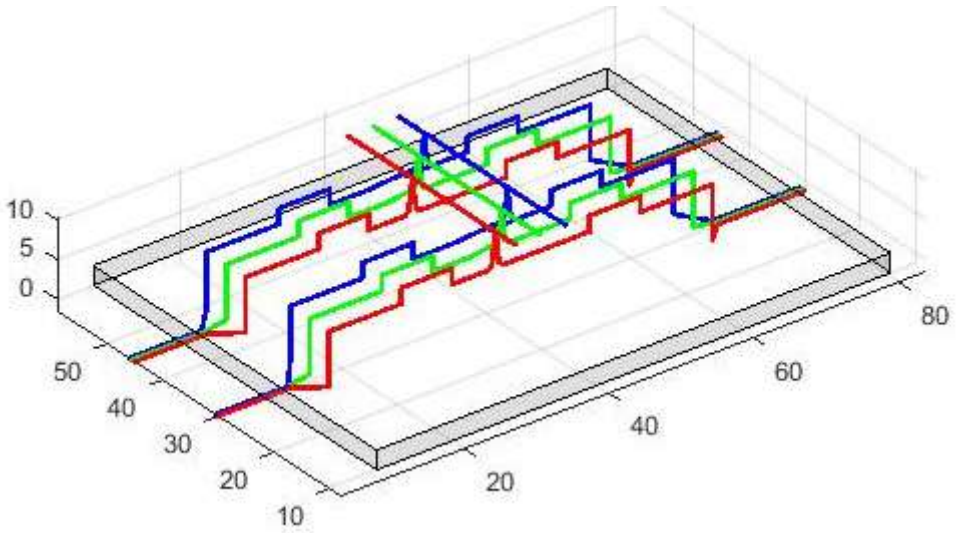


Figura 3.

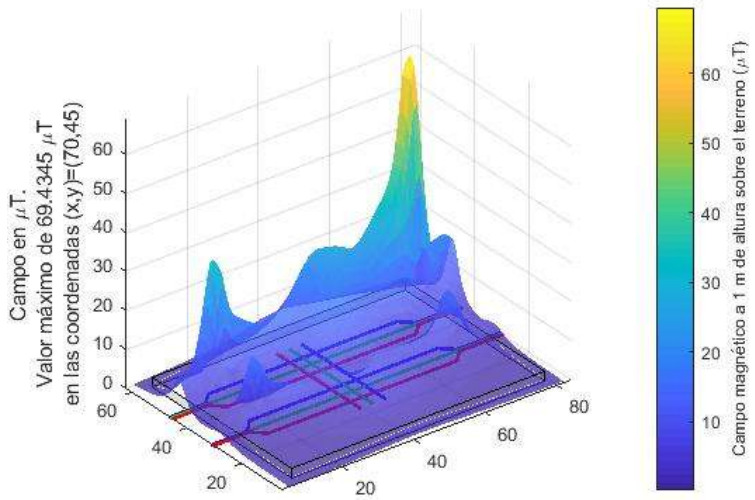
4.2 RESULTADOS

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 la subestación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro (Requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Los valores más elevados de campo en el exterior accesible por el público se producen en la parte B de la instalación teniendo un valor de 20,08 μT.

En la figura siguiente se representa el campo magnético en la totalidad de la estación eléctrica y en los alrededores de la misma.



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJA MOLINO
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Figura 4.

Las siguientes gráficas representan los valores del campo magnético en las proximidades de la subestación, siguiendo las alineaciones de la valla, a 1 metro de altura.

Lado A: (máximo 7,50 µT)

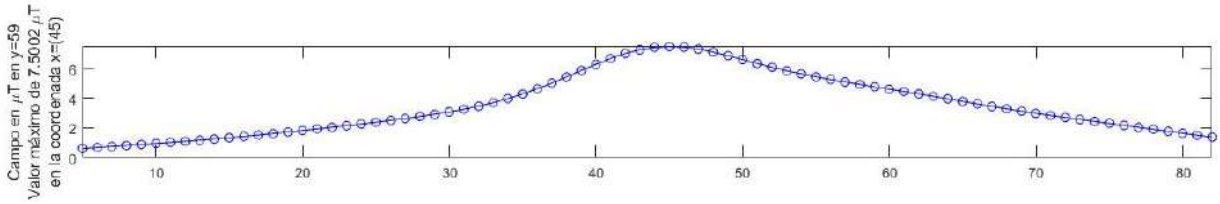


Figura 5.

Lado B (máximo 20,08 µT)

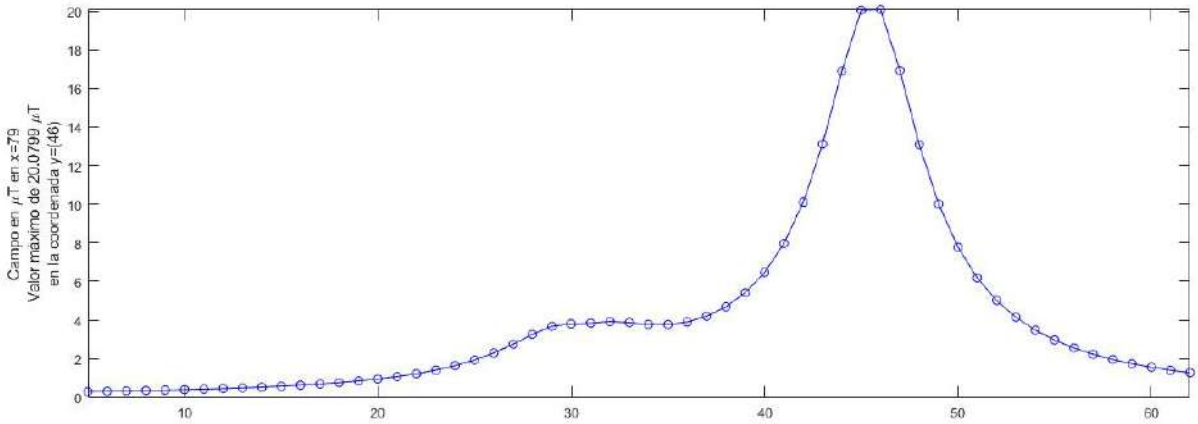


Figura 6.

Lado C (máximo 1,47 µT)

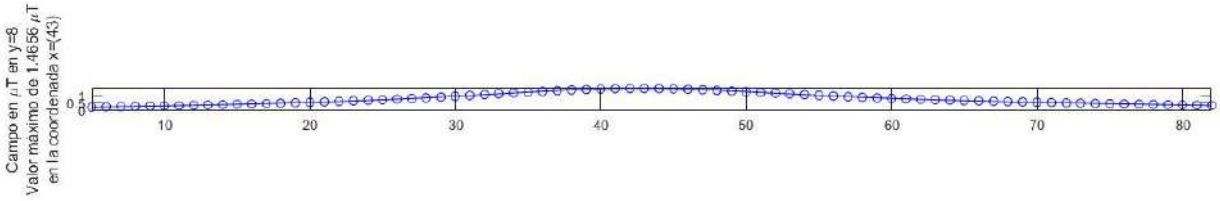


Figura 7.

Lado D (máximo 10,03 µT)

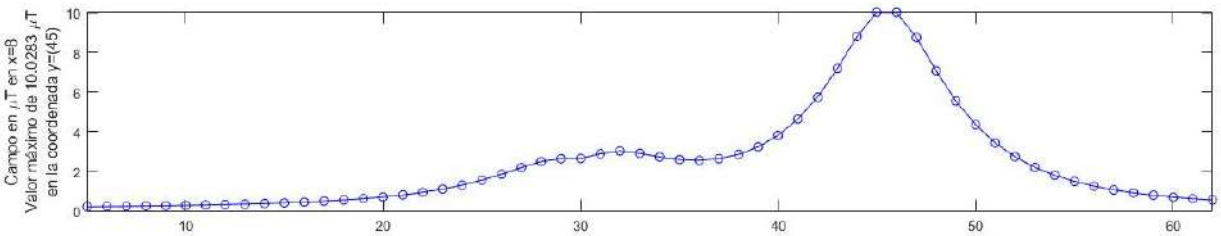


Figura 8.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0001[illegible]
JOSE LUIS OVEJERO MEDINA
VISADO Nº. : VD[illegible]-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

5 EVALUACION 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 centro de transformación objeto del proyecto, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100 µT, 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 300GHz, cuya trascripción 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.

6 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad de la subestación eléctrica del proyecto, 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 µT para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ANEXO 4 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Colegiado.: 0001937
LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ENTRONQUE SUBTERRÁNEO - SUBESTACIÓN LA SERNA PROMOTORES									
DATOS PARCELA						SET	ACCESO SET	ZANJA LINEA SUBTERRANEA	
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m²)	TÉRMINO MUNICIPAL	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	ZANJA LINEA SUBTERRANEA (m²)	SERNIDUMBRE ZANJA (m²)
1	232390146	39	146	103938,13	TUDELA			3,49	17,85
2	232390147	39	147	17381,28	TUDELA			358,97	297,18
3	232390148	39	148	12719,35	TUDELA		298,97	2,23	474,91
4	232390149	39	149	9194,01	TUDELA		92,23		
5	232390150	39	150	63089,76	TUDELA	3600,67	79,3	475,86	582,82
6	232410201	41	201	106250,27	TUDELA			700,99	799,22
7	232420231	42	231	111999,15	TUDELA			204,23	662,99
8	232420234	42	234	6563,93	TUDELA				26,38
9	232420239	42	239	142661,67	TUDELA			510,78	665,99
10	CAMINO				TUDELA		28,97	651,66	1071,42
TOTALES						**3.600,67**	**499,47**	**2.908,21**	**4.598,76**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

DOCUMENTO 02. PLANOS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº VD01663-21A
DE FECHA : 24/
E-VISADO
INGENIERIA Y PROYECTOS

ÍNDICE

3421100-3303-010_SITUACIÓN

3421100-3303-050_CATASTRO

3421100-3303-432_IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

3421100-3303-433_DETALLES LSAT 220kV

3421100-3303-434_PLANTA GENERAL

3421100-3303-435_SECCIONES GENERALES

3421100-3303-436_CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES

3421100-3303-438_RED DE TIERRAS

3421100-3303-439_EDIFICIO DE CONTROL SET. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

3421100-3303-440_CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS

3421100-3303-441_ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

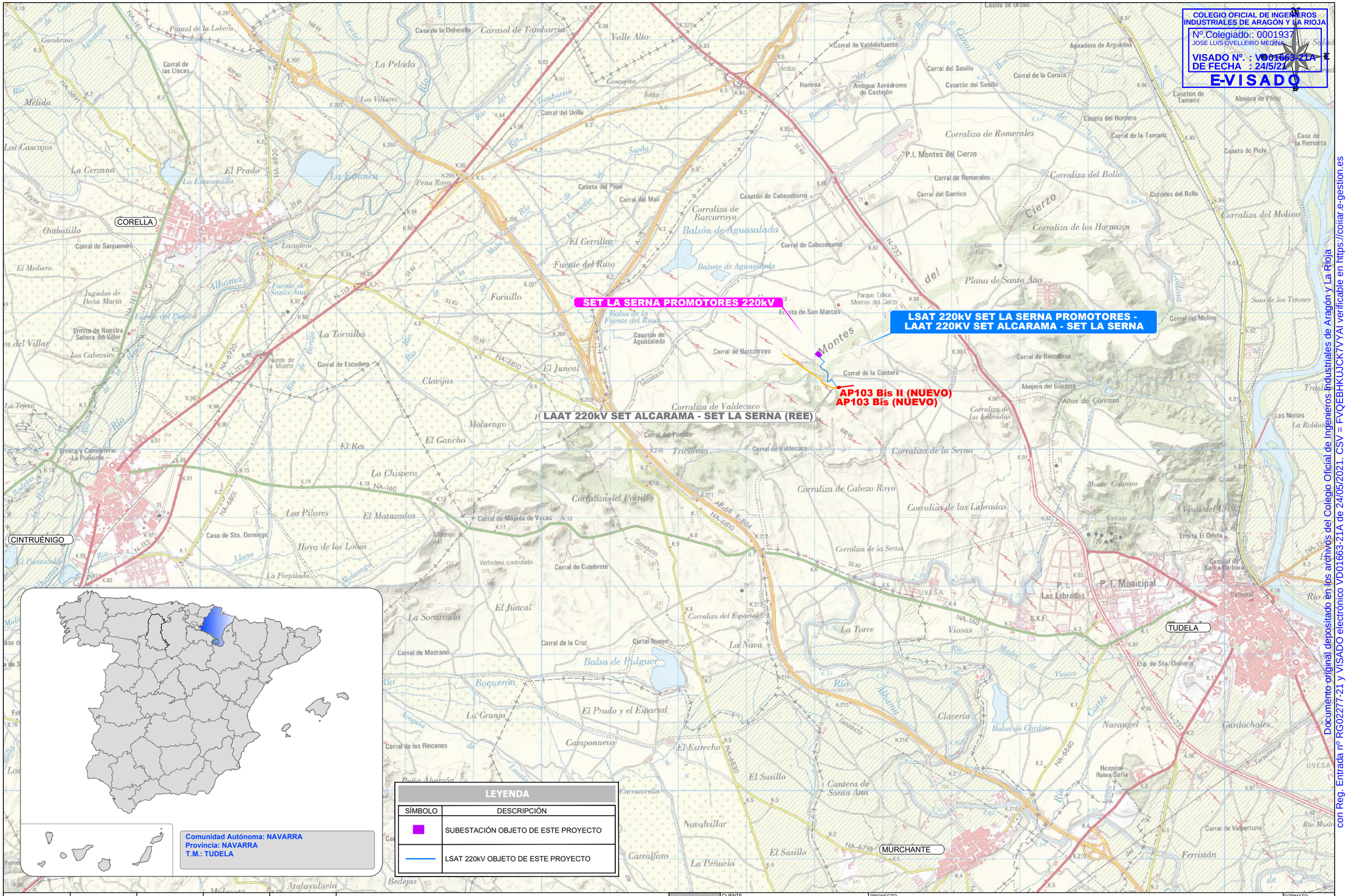
3421100-3303-442_UNIFILAR PROTECCIÓN Y MEDIDA

3421100-3303-443_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA

3421100-3303-444_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power · ger · opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

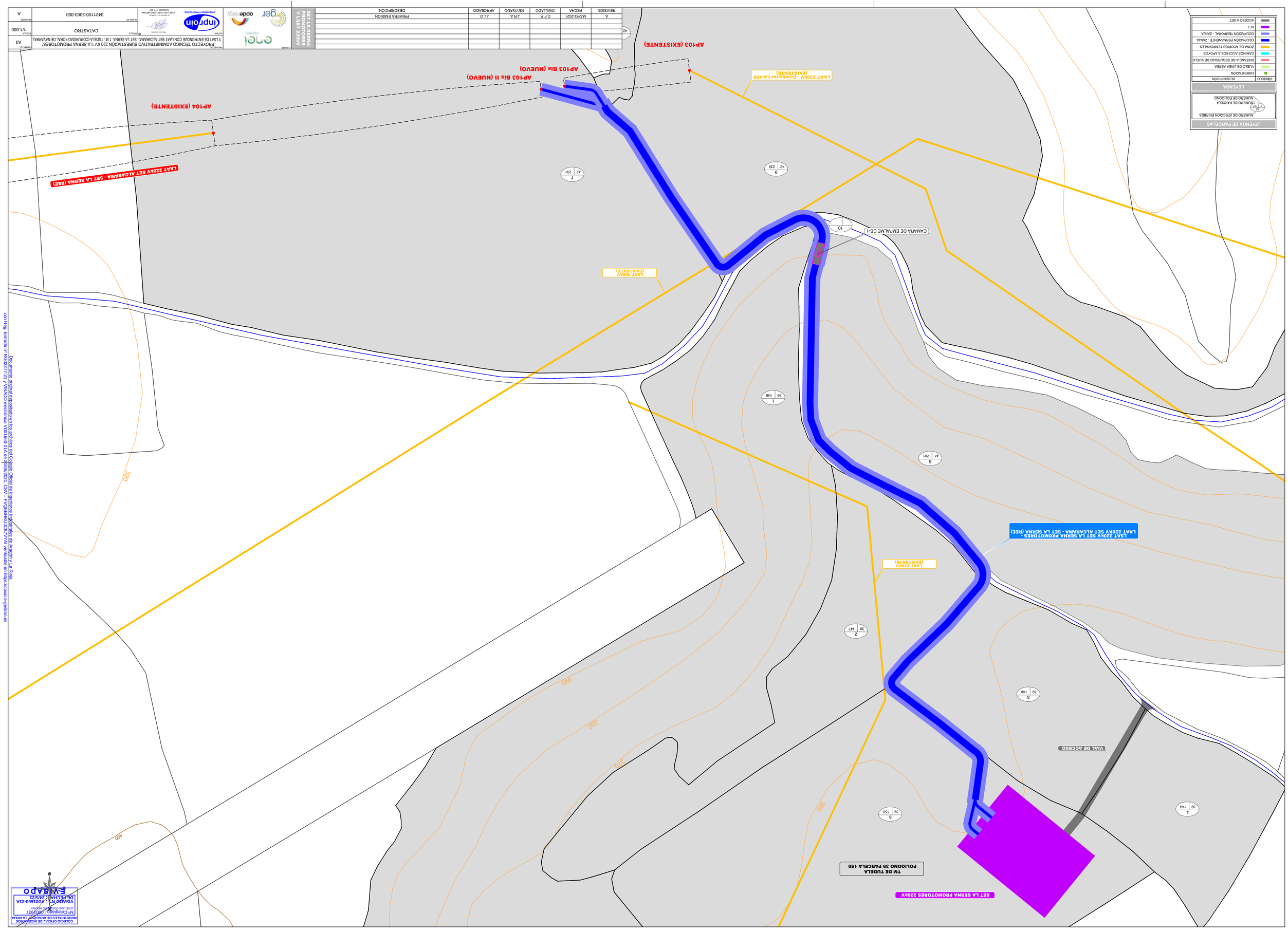
FIRMA DEL INGENIERO: (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: SITUACIÓN

ESCALA: 1/50.000

PLANO Nº: 3421100-3303-010

REVISIÓN: A



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

SET LA SERNA PROMOTORES 220kV
TM DE TUDELA
POLIGONO 39 PARCELA 150
4
39 149
5
39 150
360
370
380
390
400
390
VIAL DE ACCESO
3
39 148
2
39 147
LAAT 220kV (EXISTENTE)
LSAT 220kV SET LA SERNA PROMOTORES - LAAT 220KV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)
6
41 201
1
39 146
LAAT 400kV (EXISTENTE)
CAMARA DE EMPALME CE-1
10
9
42 239
7
42 231
LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)
AP104 (EXISTENTE)
AP103 Bis II (NUEVO)
AP103 Bis (NUEVO)
LAAT 220kV - Conductor LA-455 (EXISTENTE)
AP103 (EXISTENTE)
42
N
O
E
S

LEYENDA DE PARCELAS

35
3 | 107

NUMERO DE AFECCION EN RBDA
NUMERO DE PARCELA
NUMERO DE POLIGONO

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
🟩	CIMENTACIÓN
▬	VUELO DE LÍNEA AÉREA
▬	DISTANCIA DE SEGURIDAD DE VUELO
▬	CAMINOS ACCESOS A APOYOS
▬	ZONA DE ACOPIOS TEMPORALES
▬	OCUPACIÓN PERMANENTE - ZANJA
▬	OCUPACIÓN TEMPORAL - ZANJA
▬	SET
▬	ACCESO A SET

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE
enel Green Power
ger
opdenergy

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES"
Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

AUTOR
inproin
INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO
CATASTRO

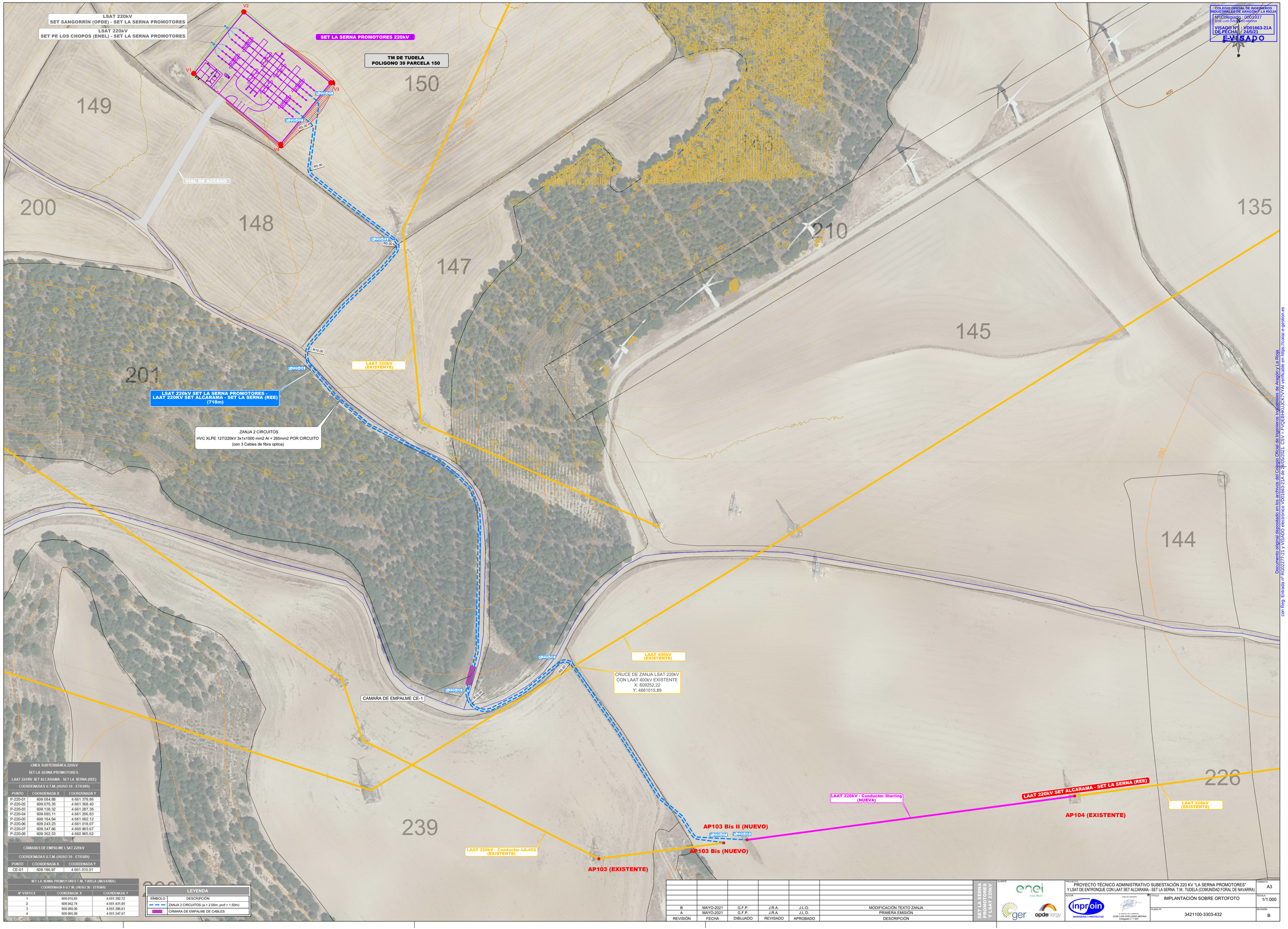
PLANO Nº
3421100-3303-050

FORMATO
A3

ESCALA
1/1.000

REVISIÓN
A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es



LÍNEA SUBTERRÁNEA 220kV SET LA SERNA PROMOTORES - LAAT 220KV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
P-220-01	609.084,88	4.661.378,86
P-220-02	609.076,35	4.661.368,40
P-220-03	609.138,32	4.661.287,38
P-220-04	609.085,11	4.661.206,83
P-220-05	609.184,94	4.661.002,12
P-220-06	609.243,23	4.661.018,07
P-220-07	609.347,66	4.660.903,67
P-220-08	609.362,53	4.660.905,62

CÁMARAS DE EMPALME LSAT 220kV		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
CE-01	609.186,97	4.661.010,01

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609.010,83	4.661.392,72
2	609.042,74	4.661.431,86
3	609.098,00	4.661.386,81
4	609.066,09	4.661.347,67

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZANJA 2 CIRCUITOS (a = 2.00m, prof = 1.50m)
	CÁMARA DE EMPALME DE CABLES

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACIÓN TEXTO ZANJA
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel, ger, opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO: JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA, Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

PLANO Nº: 3421100-3303-432

FORMATO: A3

ESCALA: 1/1.000

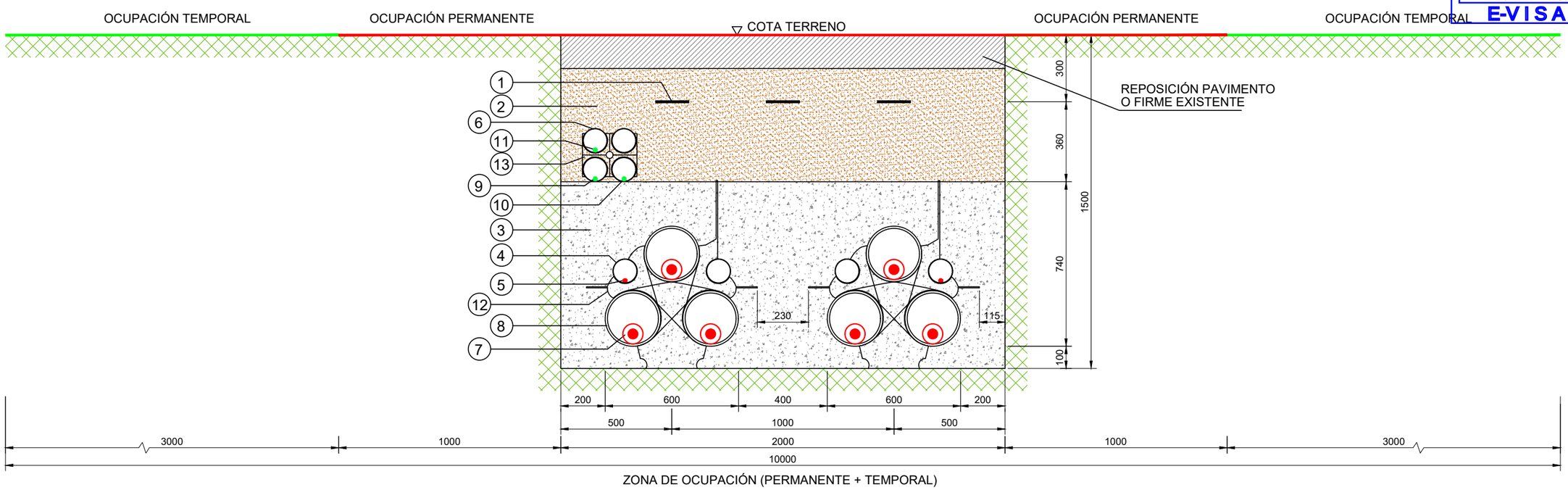
REVISIÓN: B

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado : 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ZANJA TIPO (2 LINEAS 220kV)



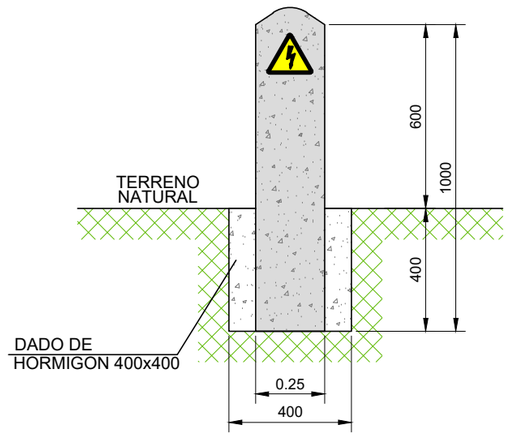
ZONA DE OCUPACIÓN PERMANENTE
ZONA DE OCUPACIÓN TEMPORAL

LEYENDA

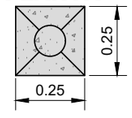
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	CINTA SEÑALIZADORA 150mm
2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	HORMIGON HNE-15
4	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 110mmØ
5	CABLE DE ENLACE DE TIERRA
6	TUBO P.E. 110mmØ COMUNICACIONES
7	LINEA DE A.T. CABLES UNIPOLARES HVC XLPE 127/220kV 1x(3x1x1000 mm2) Al + 265mm2
8	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 250mmØ
9	F.O.1. 24F.S.M. SET LA SERNA (REE)
10	F.O.2. 24F.S.M. SET LA SERNA (REE)
11	F.O.3. 24F.S.M. SET ALCARAMA
12	SEPARADOR 3Ø250 + 2Ø110
13	SEPARADOR 4Ø110

HITO DE SEÑALIZACION

ALZADO



PLANTA



- LOS HITOS IRAN SITUADOS CADA 50 m Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCION DE LAS ZANJAS
- EN LOS EMPALMES SE PONDRAN TANTOS HITOS COMO EMPALMES HAYA Y DE COLOR DIFERENTE A LOS OTROS

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACIÓN CABLE FIBRA 24
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power, ger, opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: LSAT 220kV
SECCIÓN TIPO DE ZANJA LSAT 220kV

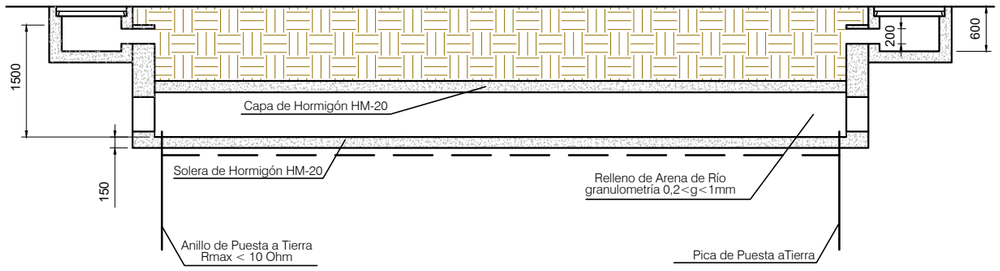
ESCALA: 1/20

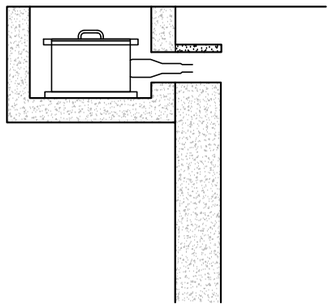
PLANO Nº: 3421100-3303-433.01

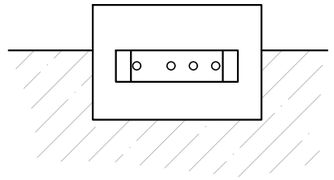
REVISIÓN: B

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

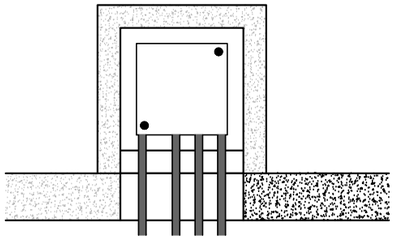
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

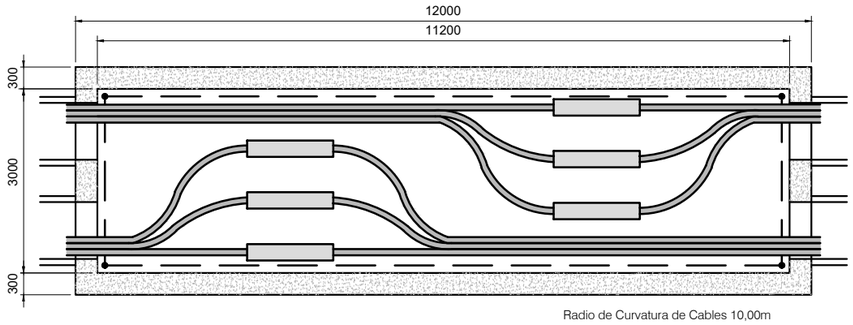




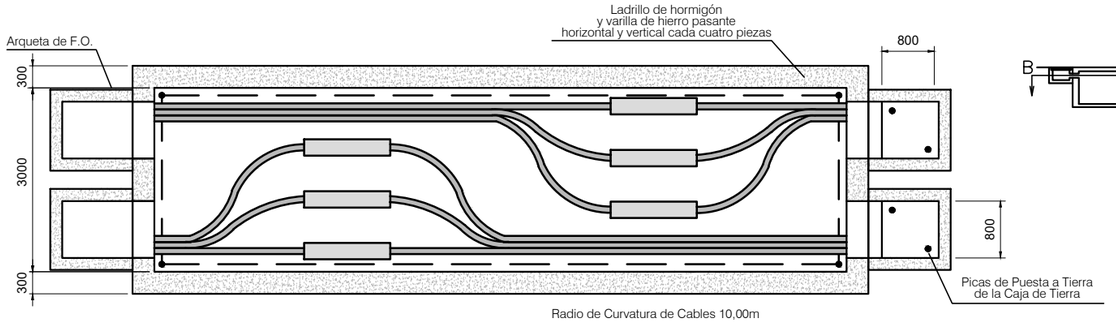


DETALLE DE LA ARQUETA
s/e





Radio de Curvatura de Cables 10,00m



Radio de Curvatura de Cables 10,00m

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power · ger · opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO: (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: LSAT 220kV
DETALLE CÁMARA DE EMPALME LSAT 220kV

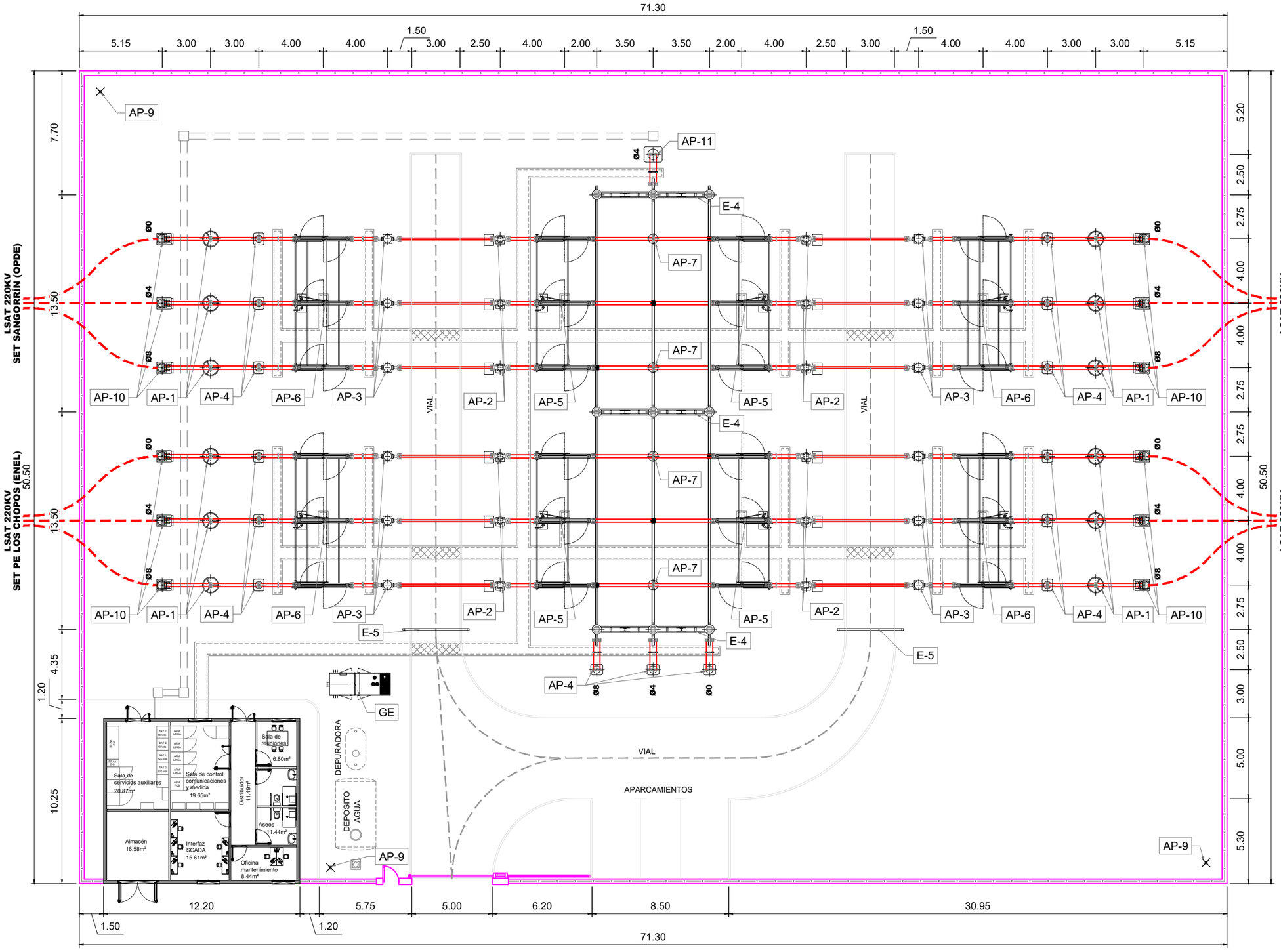
ESCALA: S/E

PLANO Nº: 3421100-3303-433.02

REVISIÓN: A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO



CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 220kV

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
AP-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
AP-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
AP-4	15	TRANSFORMADOR DE TENSION
AP-5	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
AP-6	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
AP-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
AP-10	12	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE 220kV
AP-11	1	TRANSFORMADOR DE TENSION SERVICIOS AUXILIARES

OTROS EQUIPOS AUXILIARES

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-9	3	APOYO PARARRAYOS
GE	1	GRUPO ELECTROGENO
E-4	3	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
E-5	2	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power · ger · opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO: (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

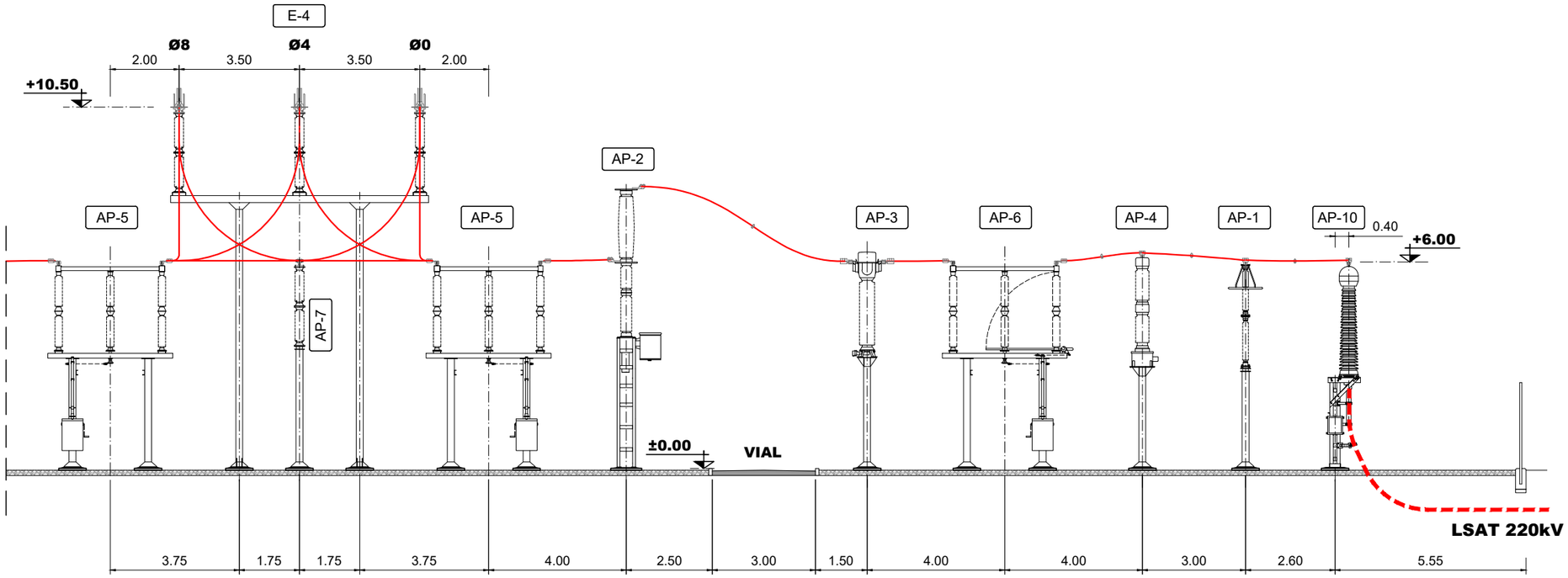
TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/250

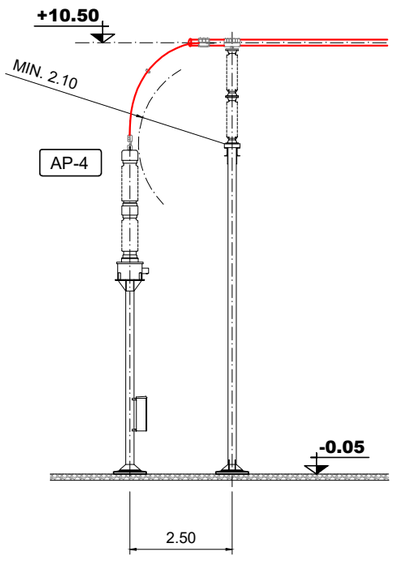
PLANO Nº: 3421100-3303-434

REVISIÓN: A

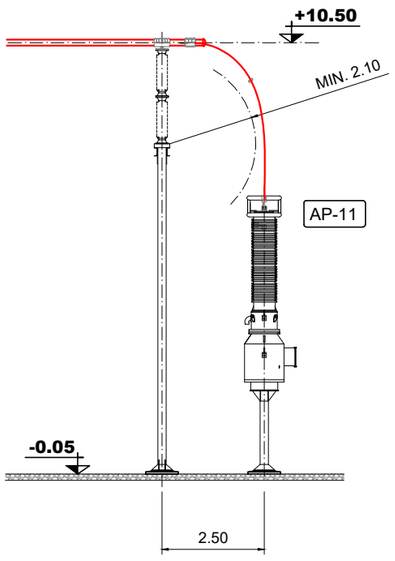
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO



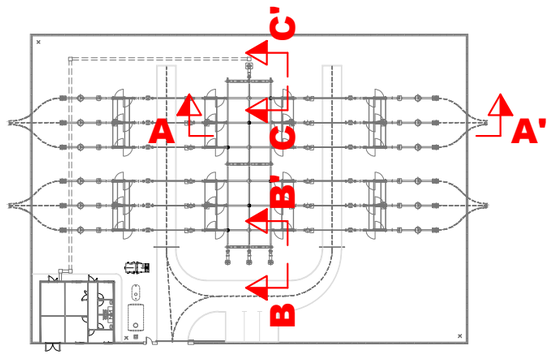
SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'



SECCIÓN C-C'



CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 220kV

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
AP-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
AP-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
AP-4	15	TRANSFORMADOR DE TENSION
AP-5	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
AP-6	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
AP-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
AP-10	12	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE 220kV
AP-11	1	TRANSFORMADOR DE TENSION SERVICIOS AUXILIARES

OTROS EQUIPOS AUXILIARES

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-9	3	APOYO PARARRAYOS
GE	1	GRUPO ELECTROGENO
E-4	3	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
E-5	2	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	UNIÓN INTERRUPTOR-TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD CON CABLE SEGÚN INDICACIONES ENEL
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power, ger, opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO: (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

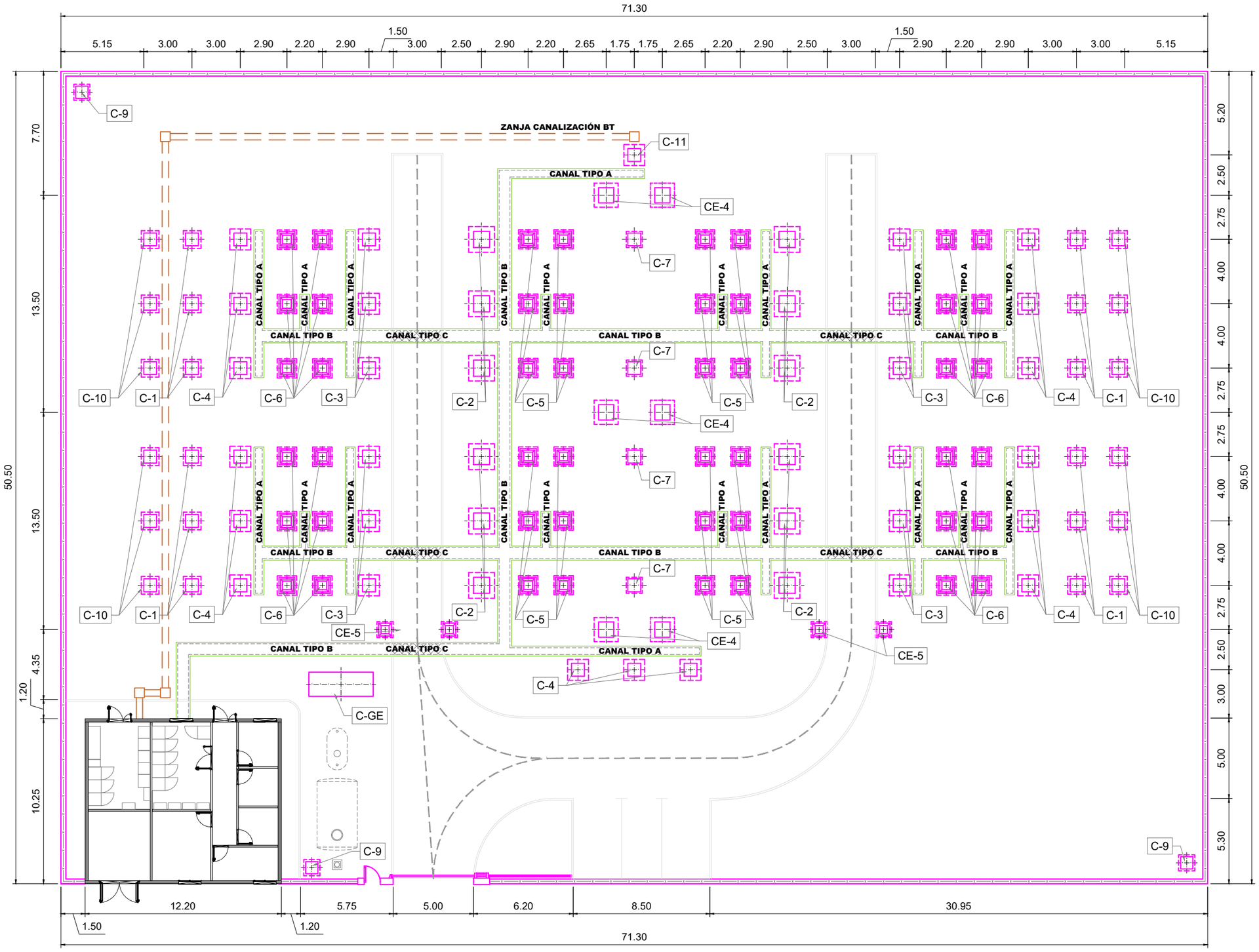
TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV SECCIONES GENERALES

ESCALA: 1/150

PLANO Nº: 3421100-3303-435

REVISIÓN: B

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es



CUADRO CANALES DE CABLES

	TIPO	LONGITUD (m)
CANAL DE CABLES CONTROL Y MEDIDA	TIPO A	121
	TIPO B	132
	TIPO C	15
ZANJA DE CANALIZACIÓN ALIMENTACIÓN BAJA TENSIÓN		67

CUADRO DE CIMENTACIONES PARQUE EXTERIOR DE 220kV

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
C-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
C-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
C-4	15	TRANSFORMADOR DE TENSION
C-5	12	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
C-6	12	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
C-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
C-10	12	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE 220kV
C-11	1	TRANSFORMADOR DE TENSION SERVICIOS AUXILIARES

CIMENTACIONES OTROS EQUIPOS AUXILIARES

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-9	3	APOYO PARARRAYOS
C-GE	1	GRUPO ELECTROGENO
CE-4	6	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
CE-5	4	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power, ger, opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO (AL SERVICIO DE LA EMPRESA): JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA, Colegiado n.º 1.937

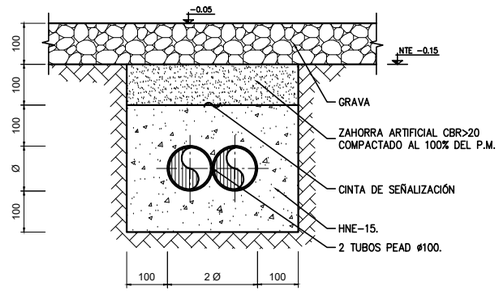
TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV
CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES. PLANTA

ESCALA: 1/250

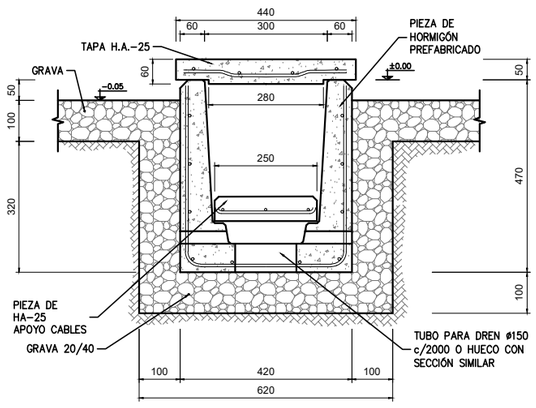
PLANO Nº: 3421100-3303-436.01

REVISIÓN: A

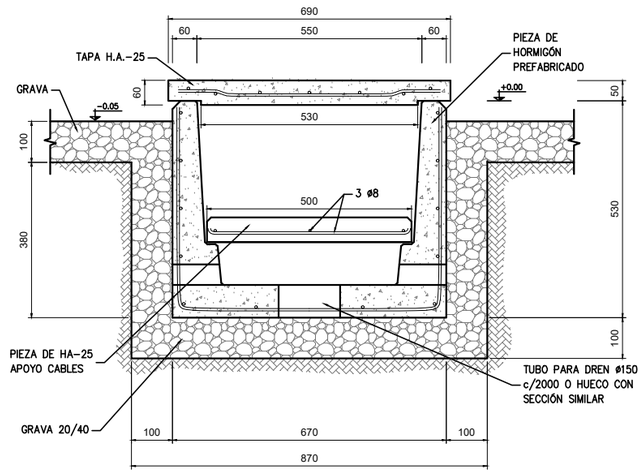
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO



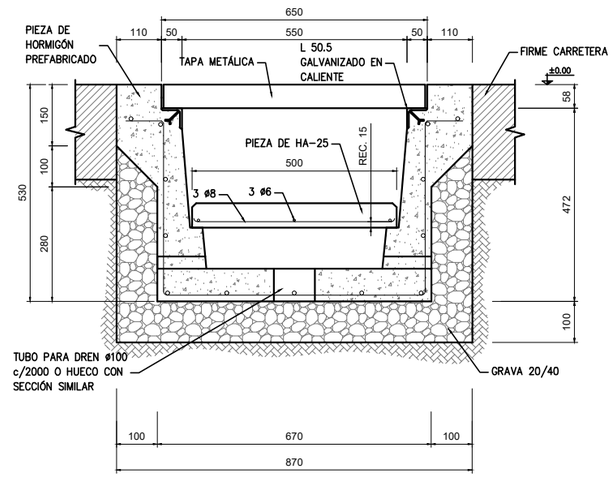
ZANJA DE CANALIZACIÓN CON 2 TUBOS PEAD
ESC 1/15



CANAL TIPO A
ESC 1/15



CANAL TIPO B
ESC 1/15



CANAL TIPO C
ESC 1/15

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power · ger · opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

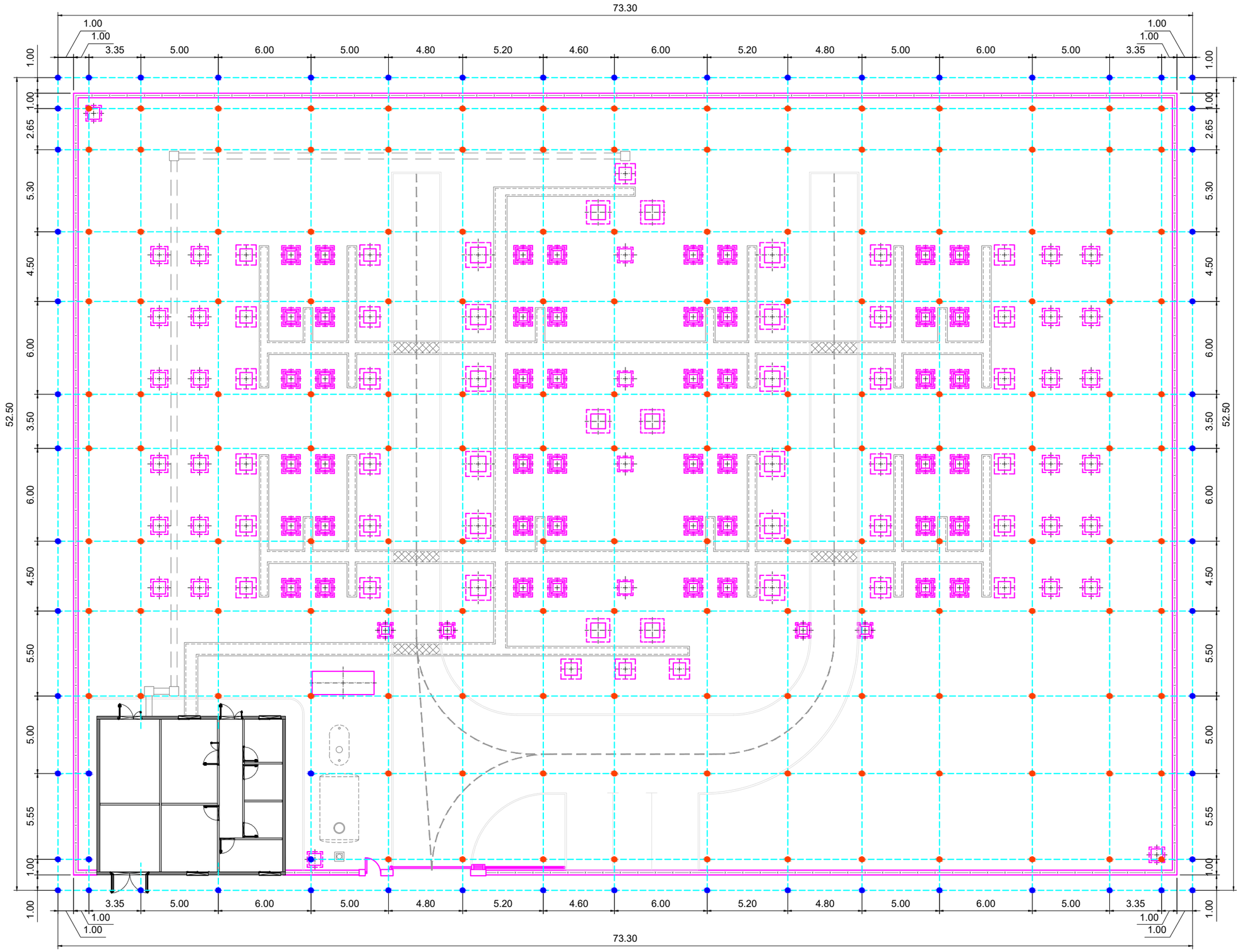
TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV
CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES. DETALLES

ESCALA: 1/250

PLANO Nº: 3421100-3303-436.02

REVISIÓN: A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN "CRUZ" (290 uds.)
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN "T" (127 uds.)
	CABLE DE COBRE 120 mm2 (1749m)
	PARARRAYOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power; ger; opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO — ¡AL SERVICIO DE LA EMPRESA! JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV RED DE TIERRAS. PLANTA

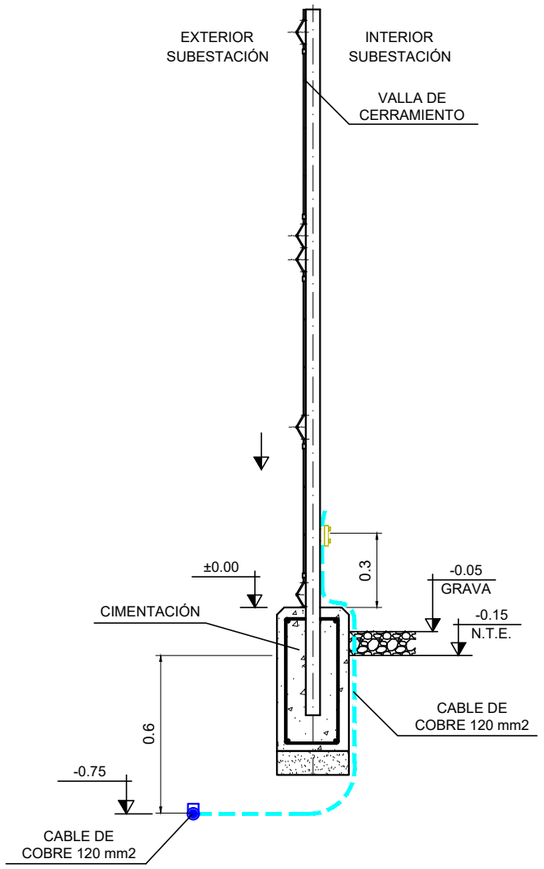
ESCALA: 1/250

PLANO Nº: 3421100-3303-438.01

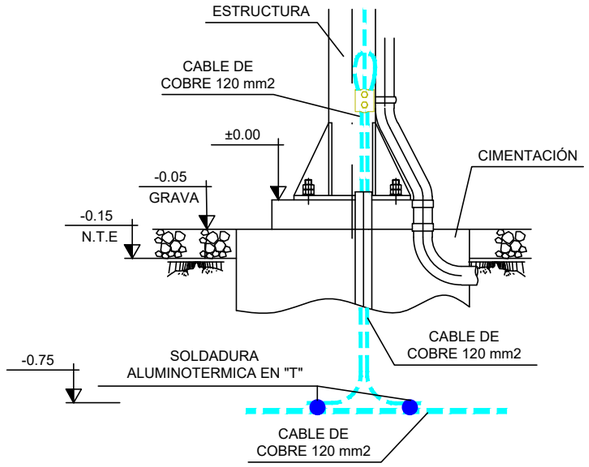
REVISIÓN: A

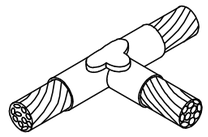
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

CONEXION A TIERRA DEL CERRAMIENTO
S/E

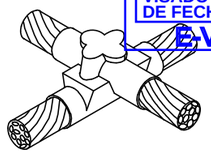


CONEXION A TIERRA DE ESTRUCTURAS
S/E

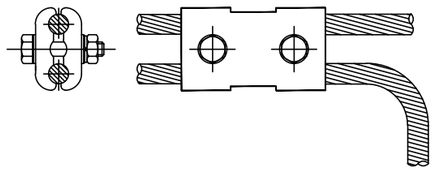




DETALLE -Y-
S/E

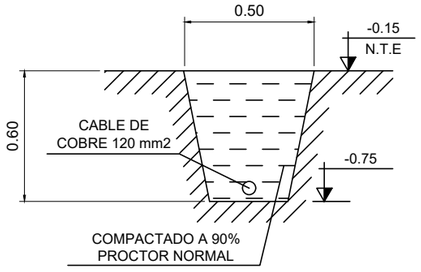


DETALLE -Z-
S/E



GRAPA ENLACE PARA ESTRUCTURA Y DOS CABLES
S/E

ZANJA PARA CABLE
S/E



NOTAS

1. LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERÁN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL:
   - -PUERTAS ENTRADA SUBESTACIÓN
   - -PUERTAS CASETAS
   - -PUERTAS EXTERIORES EDIFICIO
   - -CERCOS METÁLICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAJE) Y CANALES Y CANALES REFORZADOS
   - -CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 20 m
   - -MUERTOS DE ARRASTRE
   - -RAILES DE VIALES DE RODADURA
   - -CIMENTACIONES DE EDIFICIOS Y CASETAS
2. SE DARÁ CONTINUIDAD EN LOS EDIFICIOS A LAS ARMADURAS DE MURO DE CIMENTACIÓN Y SOLERA.
3. LA MALLA DE TIERRA SE REALIZA CON CABLE Cu. 120 mm2 A 60cm DE PROFUNDIDAD.
4. EL CABLE DE TIERRA PERIMETRAL EXTERIOR SE COLOCARA A UN METRO DEL EJE DE LA VALLA APROXIMADAMENTE.
5. SE DEJARAN DERIVACIONES DE LA MALLA DE TIERRA DE INTEMPERIE PARA UNIR CON LA MALLA DE TIERRA DE LOS EDIFICIOS.
6. EL CABLE NUNCA QUEDARA EMBUTIDO EN EL HORMIGON, EL PASO DE MUROS Y CIMENTACIONES SE HARA CON TUBO DE P.V.C. Ø50mm COMO MINIMO.
7. SE DEJARA UNA PUNTA DOBLE DE 1.50m MINIMO DESDE EL NIVEL DEL TERRENO EXPLANADO (-0.15), PARA LA CONEXION DE SOPORTES ESTRUCTURALES.

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power; ger; opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV RED DE TIERRAS. DETALLES

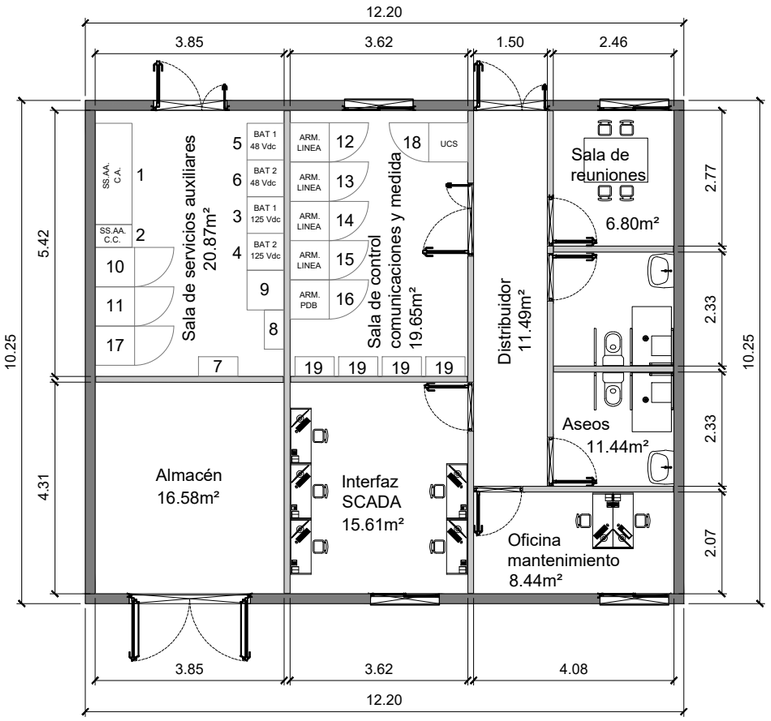
ESCALA: S/E

PLANO Nº: 3421100-3303-438.02

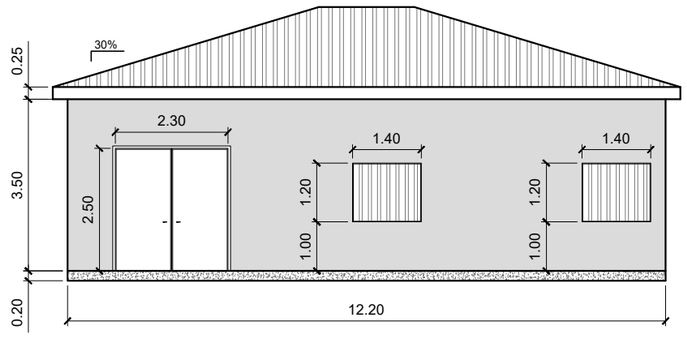
REVISIÓN: A

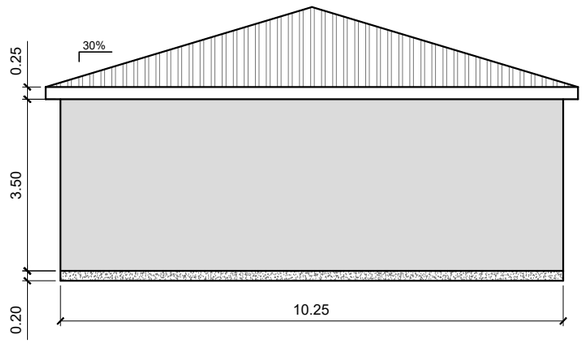
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

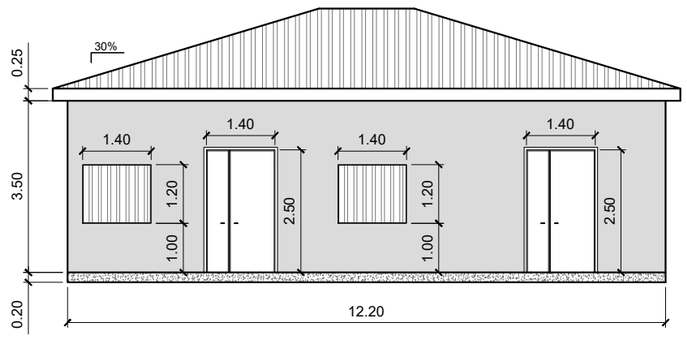
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

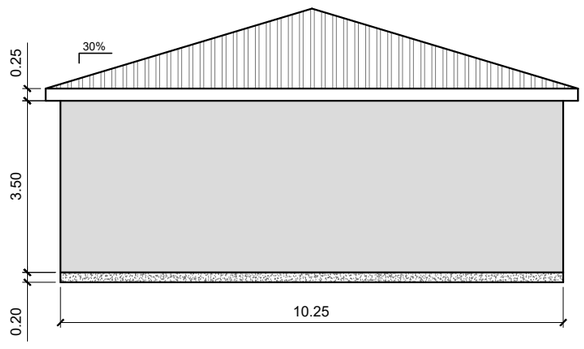


LEYENDA		
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	1	CUADRO PRINCIPAL 400/230V DE CORRIENTE ALTERNA
2	1	CUADRO PRINCIPAL 125V DE CORRIENTE CONTINUA
3	1	ARMARIO 1 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 125Vcc
4	1	ARMARIO 2 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 125Vcc
5	1	ARMARIO 1 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 48Vcc
6	1	ARMARIO 2 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 48Vcc
7	1	CUADRO CONMUTACION TRAFO SSAA-GRUPO ELECTROGENO
8	1	CUADRO CLIMATIZACION EDIFICIO DE CONTROL
9	1	CUADRO ALUMBRADO EDIFICIO DE CONTROL
10	1	ARMARIO COMUNICACIONES
11	1	ARMARIO RACK SEGURIDAD SET
12	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV LINEA
13	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV LINEA
14	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV LINEA
15	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV LINEA
16	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV PDB
17	1	REPARTIDOR DE F.O.
18	1	ARMARIO U.C.S.
19	4	CONTADORES MEDIDA GLOBAL. PRINCIPAL Y REDUNDANTE









A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES"
Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO
SET LA SERNA PROMOTORES 220kV
EDIFICIO DE CONTROL SE. DISTRIBUCION DE EQUIPOS

ESCALA: 1/150

PLANO Nº: 3421100-3303-439

REVISIÓN: A

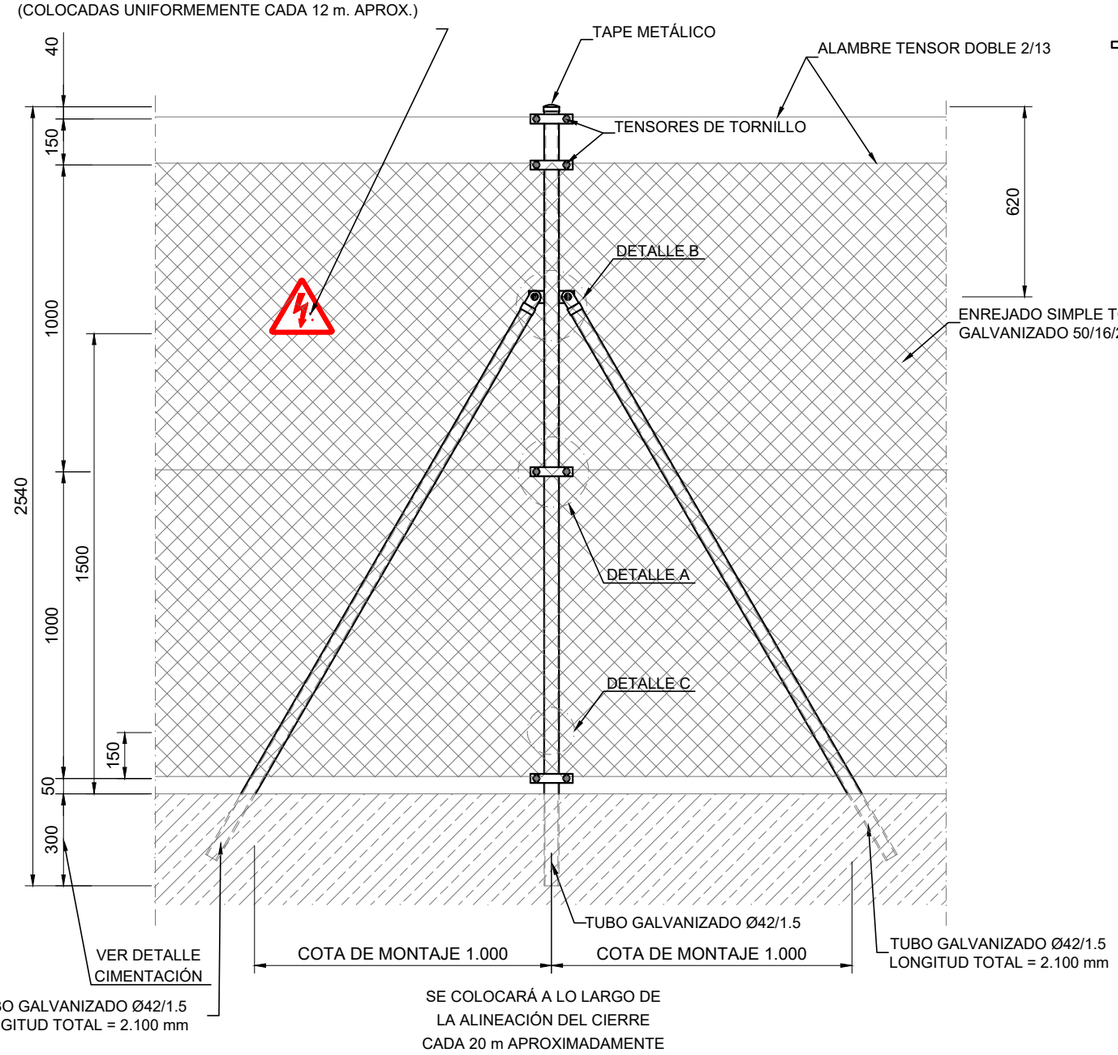
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

ALZADO PRINCIPAL

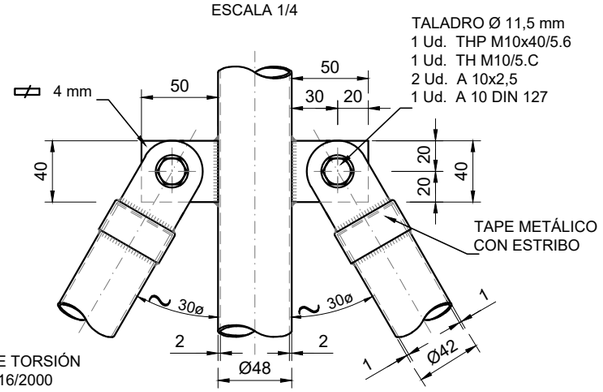
(POR EL EXTERIOR)

ESCALA 1/20



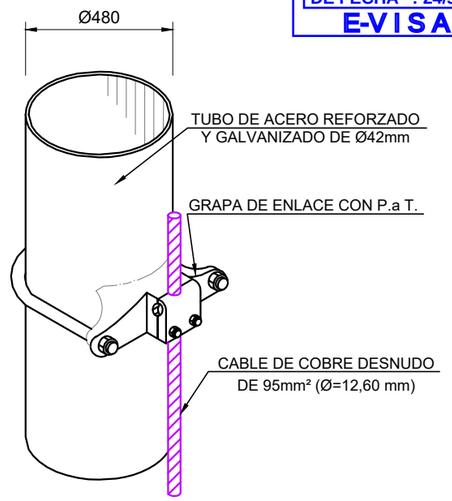
DETALLE B

ESCALA 1/4



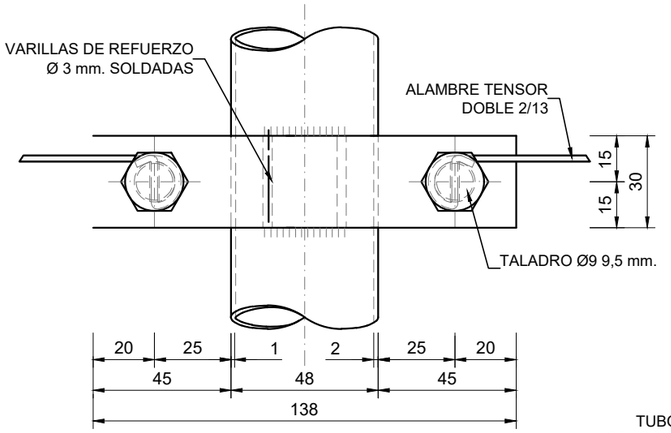
DETALLE PUESTA A TIERRA

ESCALA 1/2

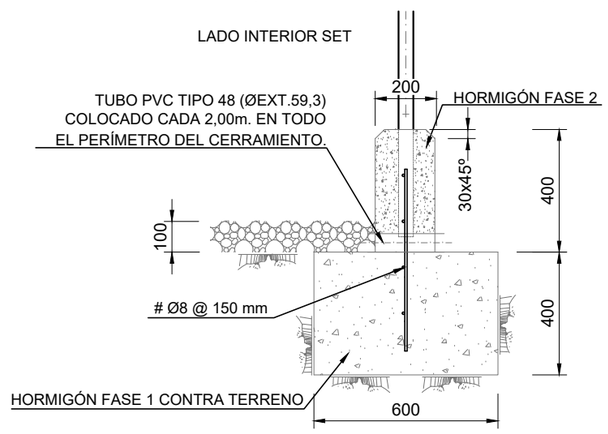


DETALLE A

ESCALA 1/2

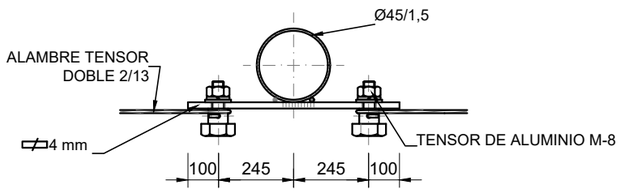


DETALLE CIMENTACIÓN

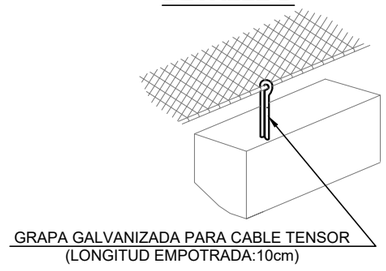


DETALLE C

ESCALA 1/4



DETALLE D



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power / ger / opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO: (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS

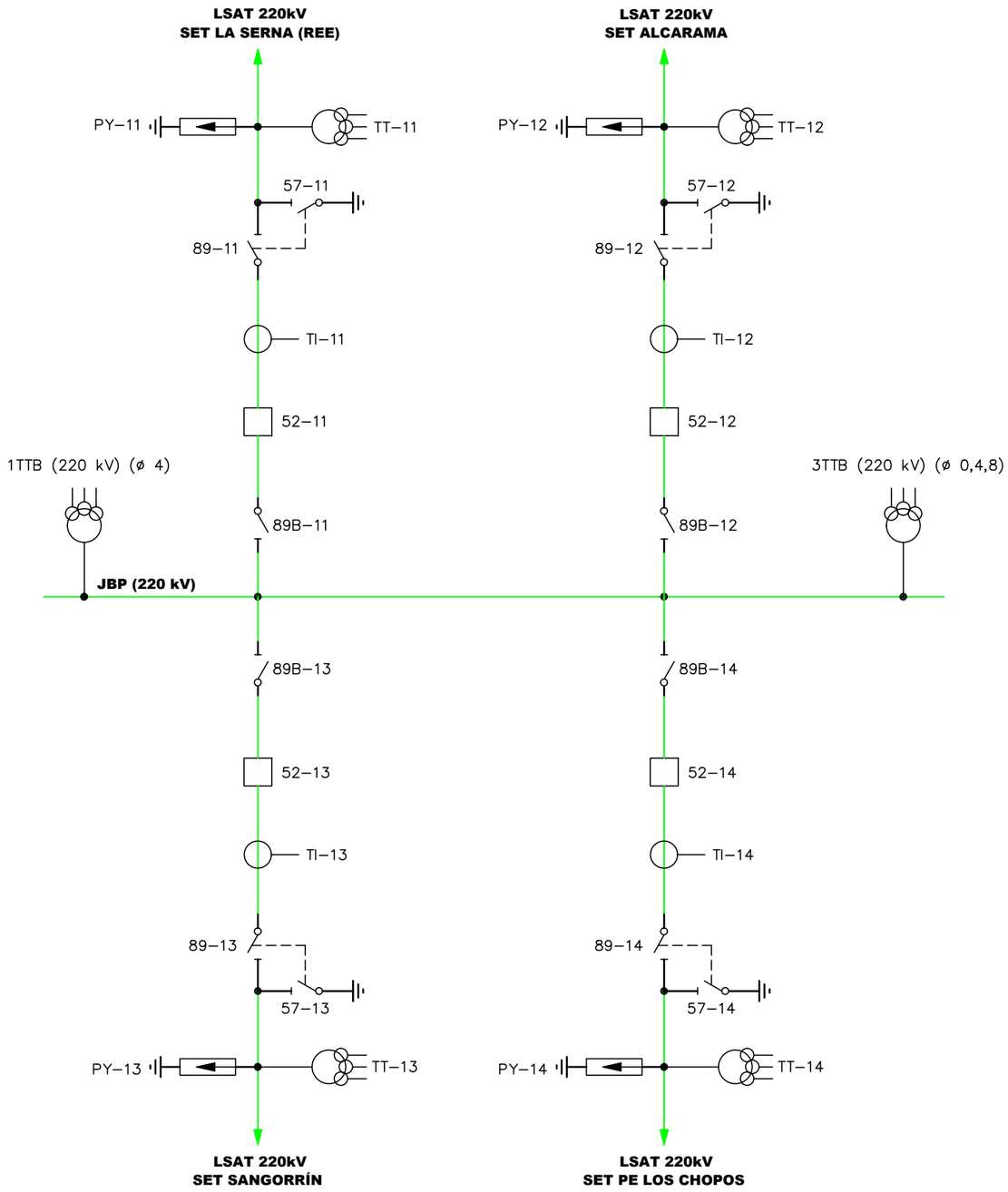
ESCALA: INDICADAS

PLANO Nº: 3421100-3303-440

REVISIÓN: A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO
1-8-A-T-W
3-4-B-S-V
SECUENCIA Y CORRESPONDENCIA DE FASES



CODIFICACIÓN ELEMENTOS

XX–XX
- N° POSICIÓN
- NIVEL DE TENSIÓN
- CÓDIGO ELEMENTO

CÓDIGO ELEMENTOS
52: INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.
89: SECCIONADOR.
57: SECCIONADOR PAT.
TI: TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD.
TT: TRANSFORMADOR DE TENSIÓN.
PY: PARARRAYOS AUTOVÁLVULA.

NIVEL DE TENSIÓN
1: 220 kV.

N° DE POSICIÓN
1: POSICIÓN LÍNEA SET LA SERNA (REE).
2: POSICIÓN LÍNEA SET ALCARAMA.
3: POSICIÓN LÍNEA SET SANGORRÍN (OPDE).
4: POSICIÓN LÍNEA SET PE LOS CHOPOS (ENEL).

NIVEL DE TENSIÓN 220 kV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power · ger · opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

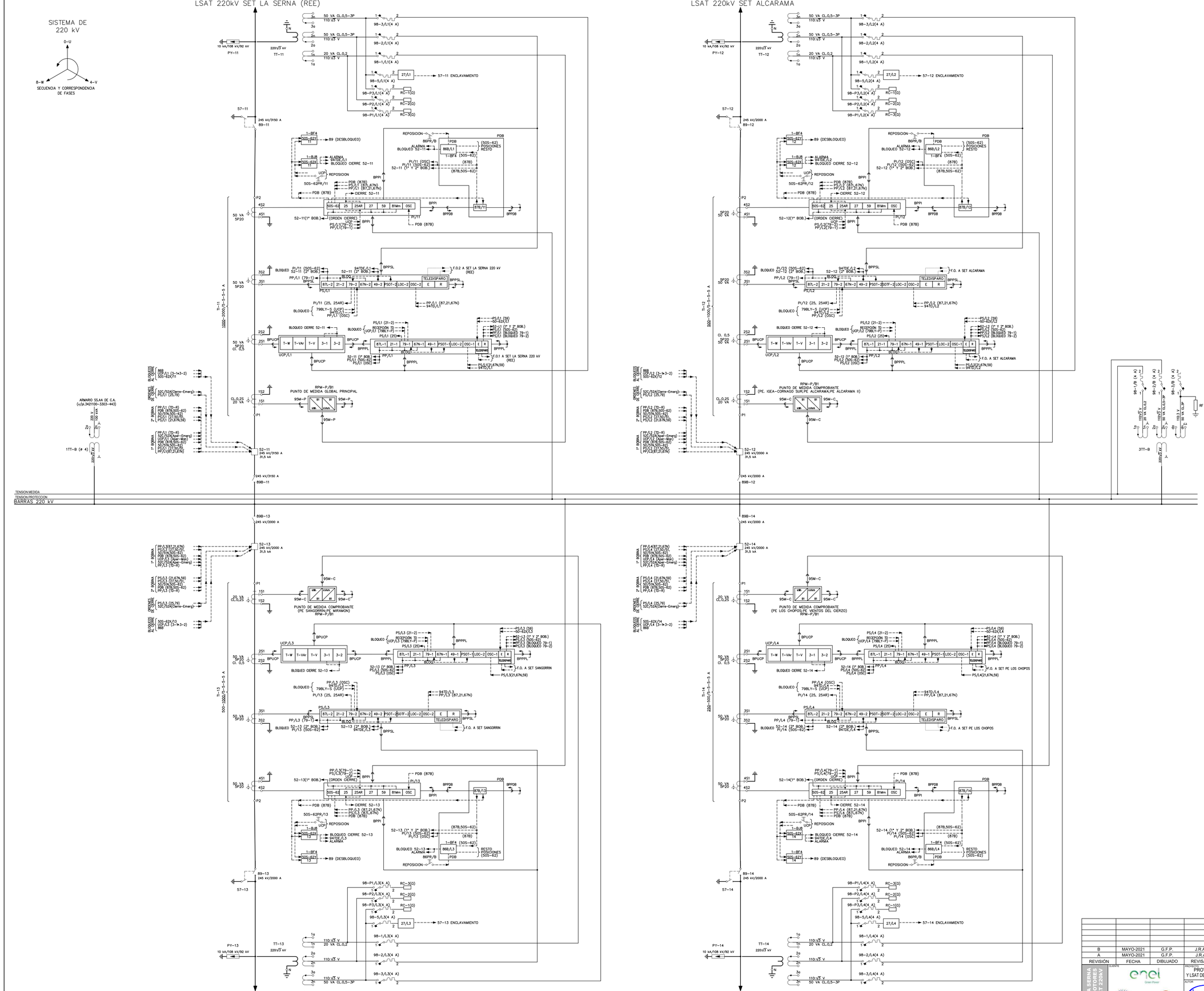
TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

PLANO Nº: 3421100-3303-441

FORMATO: A3

ESCALA: S/E

REVISIÓN: A



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO

LEYENDA

2	DISCORDANCIA DE POLOS
3	SUPERVISIÓN DE BOBINAS DE DISPARO
21	PROTECCIÓN DE DISTANCIA
25	PROTECCIÓN DE SINCRONISMO
27	PROTECCIÓN DE MÍNIMA TENSIÓN
49	PROTECCION DE IMAGEN TERMICA
50-51	PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DE FASES
50S-62	PROTECCION DE FALLO INTERRUPTOR
50N-51N	PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO
52	INTERRUPTOR AUTOMATICO
59	PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN
59N	PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR
63B	RÉLE BUCHHOLZ
63BJ	RÉLE PARA CAMBIADOR DE TOMAS
63J	RÉLE JANSEN
63P	RÉLE SOBREPRESION
26	TEMPERATURA ACEITE
67N	PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DIRECCIONAL DE NEUTRO
70	INDICADOR DE TOMAS
79	REENGANCHE
81	PROTECCIÓN DE MÁXIMA / MÍNIMA FRECUENCIA
86	RELE DE DISPAROS CON BLOQUEO Y REARME
87L	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LINEA
87T	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRAFO
89	SECCIONADOR
98	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO AC
OSC	OSCILOPERTURBÓGRAFO
UCP	UNIDAD DE CONTROL DE POSICIÓN

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACION RELACION DE TRANSFORMACION TI POS ALCARAMA SEGUN GER
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power; ger; opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO: JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV UNIFILAR PROTECCION Y MEDIDA

PLANO Nº: 3421100-3303-442

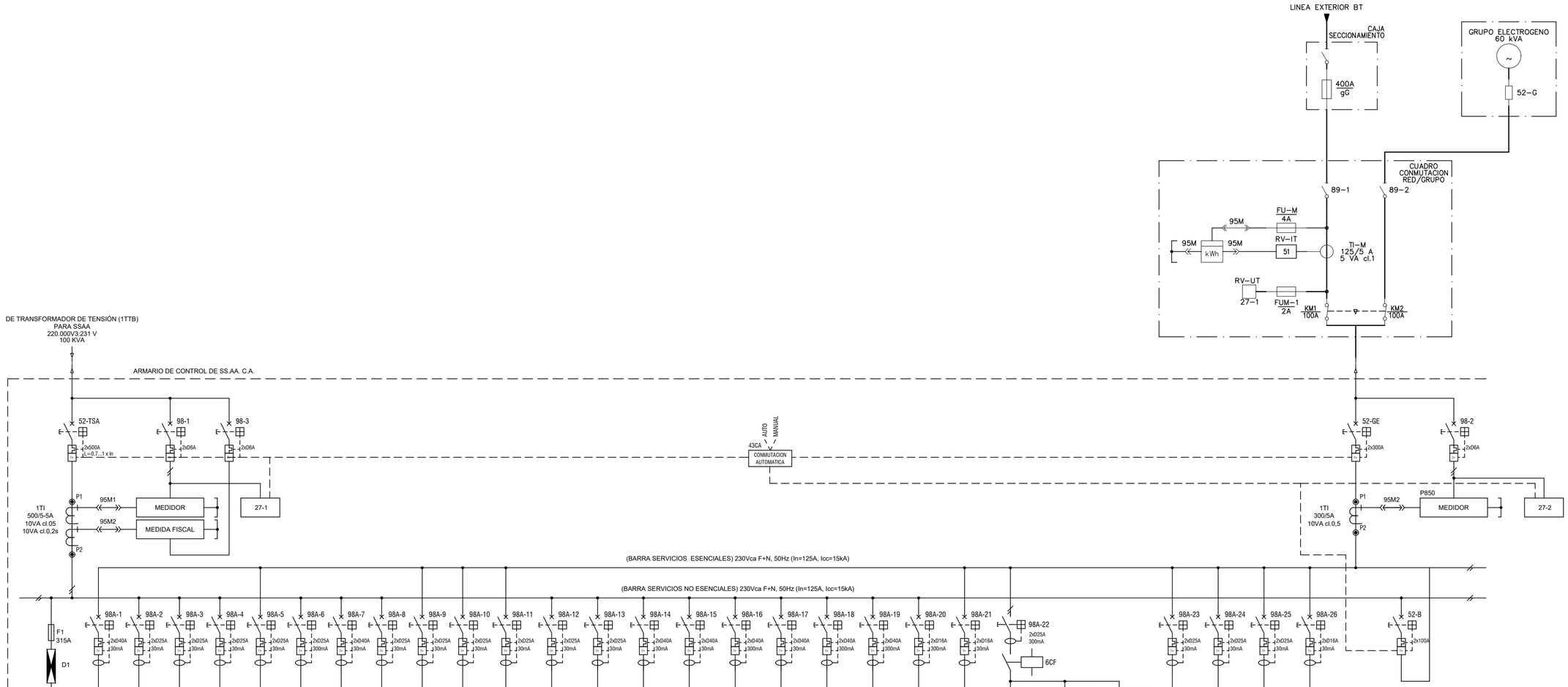
FORMATO: A1

ESCALA: S/E

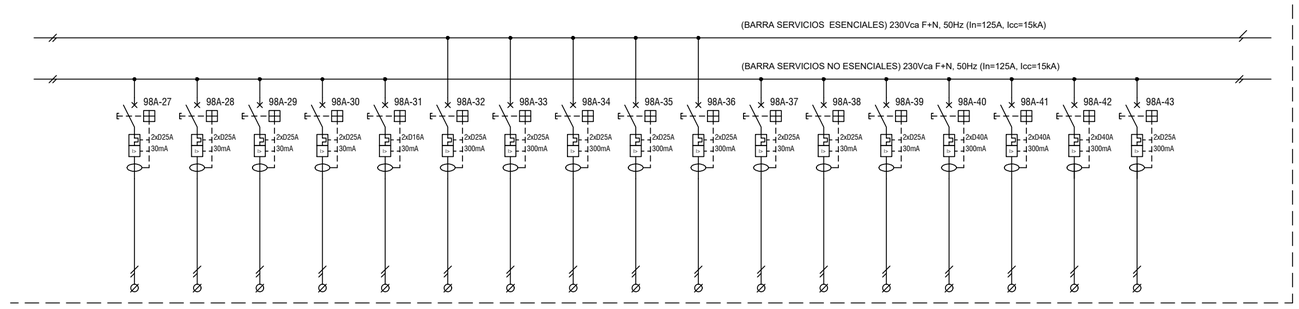
REVISIÓN: B

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCKYVYAI verificable en https://coaiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO



NUMERO	52-TSA	98A-1	98A-2	98A-3	98A-4	98A-5	98A-6	98A-7	98A-8	98A-9	98A-10	98A-11	98A-12	98A-13	98A-14	98A-15	98A-16	98A-17	98A-18	98A-19	98A-20	98A-21	98A-22/1	98A-22/2	98A-22/3	98A-23	98A-24	98A-25	98A-26	52-GE	52-B
FUNCION	ACOMETIDA TSA	RECTIFICADOR BATERIA 1 125Vcc	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV. Pos.Linea	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV. Pos.Linea	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV. Pos.Linea	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV. Pos.Linea	RECTIFICADOR BATERIA 2 125Vcc	GRUPO PRESION	ARMARIO UCS	DETECCION INTRUSOS	DETECCION INCENDIOS	RESERVA	RESERVA	FUERZA 1 SALA CONTROL	FUERZA SALA SS.AA	FUERZA 2 SALA CONTROL	FUERZA ALMACEN	FUERZA ASEOS Y OFFICE	FUERZA PARQUE	REFRIG. TRANSFORM.	RESERVA	RESERVA	ALUMBRADO PARQUE	ALUMBRADO PARQUE	ALUMBRADO PARQUE	ALUMBRADO SALA CONTROL Y TELECONTROL	ALUMBRADO SALA SS.AA	ALUMBRADO EDIFICIO EXTERIOR	ALUMBRADO EMERGENCIAS	ACOMETIDA GE	INTERCONEXIÓN BARRAS
CONSUMO (VA)	--	3750	720	720	720	720	3750	1130	720	500	1880	--	--	4000	3300	4000	3300	3200	3125	8000	--	--	700	700	1600	670	620	700	220	20000	20000
SECCION BORNES	--	35	6	6	6	6	35	16	6	6	6	6	6	16	16	16	16	16	16	16	4	4	4	4	6	6	6	6	4	--	--
SECCION CABLES	2x(1x120)	3G25	3G6	3G6	3G6	3G6	3G25	2x16	3G6	3G6	3G6	--	--	3G16	3G25	3G16	3G25	3G16	3G25	3G25	--	--	2x2,5	2x2,5	2x6	3G6	3G6	3G6	3G2,5	2x(1x120)	--



NUMERO	98A-27	98A-28	98A-29	98A-30	98A-31	98A-32	98A-33	98A-34	98A-35	98A-36	98A-37	98A-40	98A-41	98A-42	98A-43	98A-44	98A-45
FUNCION	ALUM. ENTRADA	ALUMBRADO ASEOS Y VESTUARIOS	ALUMBRADO ALMACEN	RESERVA	RESERVA	A.C SALA OPERADORES	A.C SALA CONTROL Y COMUNICACIONES	A.C. SALA SS.AA	SALA PROTECCIONES	RESERVA	CALEFACCION PARQUE	GRUPO ELECTRÓGENO	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA
CONSUMO (VA)	740	570	1130	--	--	1500	1250	2500	2500	--	1200	350	--	--	--	--	--
SECCION BORNES	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	16	16	16	6	6	6	6
SECCION CABLES	3G6	3G6	3G6	--	--	3G6	3G6	3G6	3G6	--	3G16	2x16	--	--	--	--	--

NOTAS

1. TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS.AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS,INTENSIDADES NOMINALES,SECCIONES DE CABLES,ETC.)
2. LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

PLANOS DE REFERENCIA

1. 3421100-3303-441 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN.
2. 3421100-3303-442 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.
3. 3421100-3303-444 ESQUEMA UNFILAR DE SERVICIOS AUXILIRES DE C.C.

LEYENDA

- 98-X — INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
- 52-TSA — INTERRUPTOR DE CAJA MOLDEADA
- 27-1 — RELÉ DE MÍNIMA TENSIÓN
- FUSIBLE
- TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- DESCARGADOR SOBRETENSIONES
- CONTACTOR

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power; ger; opde energy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO: A2

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO: (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TITULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA

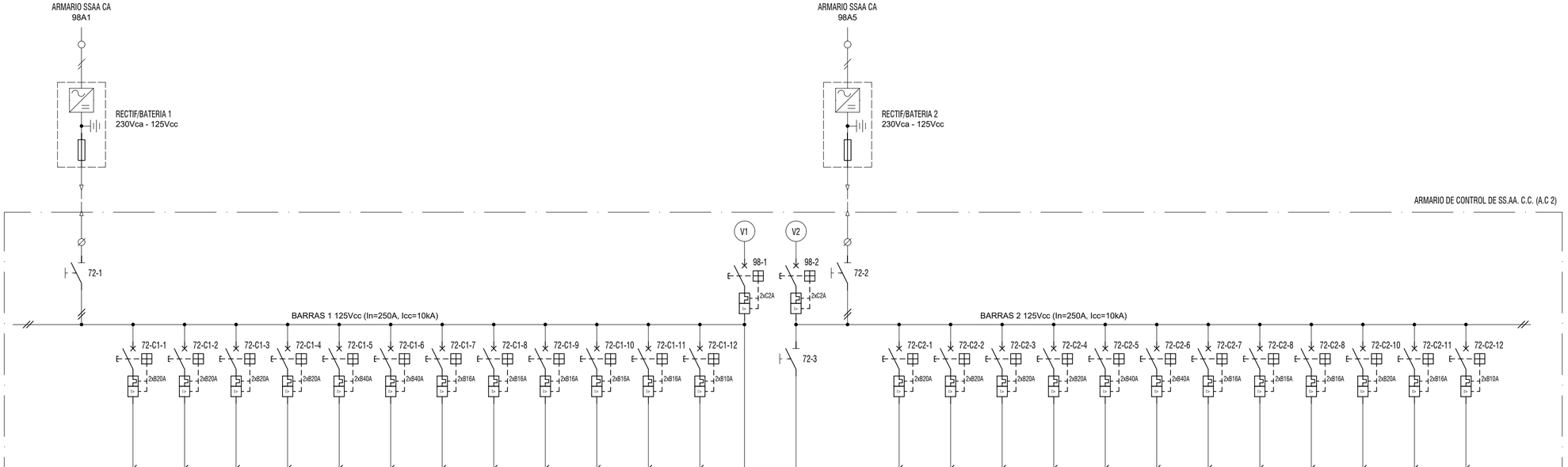
ESCALA: S/E

PLANO Nº: 3421100-3303-443

REVISIÓN: A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD01663-21A
DE FECHA : 24/5/21
E-VISADO



NUMERO	72-1	72-C1-1	72-C1-2	72-C1-3	72-C1-4	72-C1-5	72-C1-6	72-C1-7	72-C1-8	72-C1-9	72-C1-10	72-C1-11	72-C1-12	72-3	72-2	72-C2-1	72-C2-2	72-C2-3	72-C2-4	72-C2-5	72-C2-6	72-C2-7	72-C2-8	72-C2-9	72-C2-10	72-C2-11	72-C2-12
FUNCION	ACOMETIDA 1	MANDO Y PROT. 220kV_LINEA. 1ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV_LINEA. 1ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV_LINEA. 1ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV_LINEA. 1ª BAT	FUERZA 1 220kV	FUERZA 2 220kV	ARMARIO UCS. 1	COMUNICACIONES	CONMUTACIÓN RED GRUPO	ARMARIO CONTADORES	RESERVA	RESERVA	UNIÓN DE BARRAS 125Vcc	ACOMETIDA 2	MANDO Y PROT. 220kV_LINEA. 2ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV_LINEA. 2ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV_LINEA. 2ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV_LINEA. 2ª BAT	FUERZA 1 220kV	FUERZA 2 220kV	ARMARIO UCS. 2	CONTROL CPCA Y CPCC	PANEL DE CONTROL	RESERVA	RESERVA	RESERVA
INTENSIDAD (A)	--	215	215	215	215	5250	5250	282	100	9	200	--	--	--	--	215	215	215	215	5250	5250	282	26,5	140	--	--	--
SECCION BORNES	35	4	4	4	4	16	16	4	4	4	4	4	4	--	35	4	4	4	4	16	16	4	4	4	4	4	4
SECCION CABLES	2x25	2x4	2x4	2x4	2x4	2x16	2x16	2x4	2x4	2x4	2x4	--	--	--	2x25	2x4	2x4	2x4	2x4	2x16	2x16	2x4	2x4	2x4	--	--	--

NOTAS

1. TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS.AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS,INTENSIDADES NOMINALES,SECCIONES DE CABLES,ETC.)
2. LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

PLANOS DE REFERENCIA

1. 3421100-3303-441 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN.
2. 3421100-3303-442 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.
3. 3421100-3303-443 ESQUEMA UNFILAR DE SERVICIOS AUXILIRES DE CA.

LEYENDA

- 27-1 — RELÉ DE MÍNIMA TENSIÓN
- FUSIBLE
- SHUNT PARA MEDIDA DE CC
- DESCARGADOR SOBRETENSIONES
- V1 — VOLTÍMETRO
- A — AMPERÍMETRO

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	ABRIL-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE: enel Green Power; ger; opdenergy

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO — (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado nº 1.937

TITULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220kV ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA

PLANO Nº: 3421100-3303-444

FORMATO: A2 | ESCALA: S/E | REVISIÓN: A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYAI verificable en https://coiiar.e-gestion.es