
PROYECTO DE:

**INSTALACIONES ADICIONALES DE
SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED
DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV), EN LOS
TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA,
EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO
(ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

ÍNDICE

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN	1
ÍNDICE	2
1 ANTECEDENTES	6
2 PETICIONARIO	9
3 OBJETO DE LA SEPARATA	9
4 NORMATIVA DE APLICACIÓN	11
4.1 SEGURIDAD Y SALUD	11
4.2 OBRA CIVIL	11
4.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	12
4.4 OTRAS	13
5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE E-DISTRIBUCIÓN	14
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ADECUACIÓN REFUERZO LAAT 45 KV ALUMALSA-PRYDES-EL BURGO ...	14
5.2 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FUENTES-PI_FUENTES-QUINTO A SET PI_FUENTES	15
6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	16
6.1 REFUERZO LAAT 45 KV ALUMALSA-PRYDES-EL BURGO	16
6.2 LAAT 45 KV ENTRADA PI FUENTES	19
6.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA	20
7 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	21
7.1 DATOS TOPOGRÁFICOS DE PUNTOS SIGNIFICATIVOS	22
8 DESCRIPCIÓN DE LAS AFECCIONES	24
9 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS AÉREOS DE LA INSTALACIÓN	25
9.1 DATOS TOPOGRÁFICOS	25
9.1.1 LÍNEA SE ALUMALSA-SE PRYDES-APOYO 99 EXISTENTE	25
9.1.2 LÍNEA APOYO 13 EXISTENTE-se pi_fuentes	27
9.2 APOYOS	28

9.2.1 LÍNEA SE ALUMALSA-SE PRYDES-APOYO 99 EXISTENTE	28
9.2.1 LÍNEA APOYO 13 EXISTENTE-SE PI FUENTES	30
9.3 ELEMENTOS DE LOS TRAMOS AÉREOS DE LA INSTALACIÓN	30
9.3.1 CONDUCTOR ELÉCTRICO.....	30
9.3.2 CABLE DE TIERRA / FIBRA ÓPTICA	31
9.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS CRUCETAS CON CÚPULA DE CABLE DE TIERRA.....	32
9.3.4 MATERIALES	33
9.3.5 UNIONES	34
9.3.6 AISLAMIENTO, AISLADORES Y HERRAJES PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS....	34
DESCRIPCIÓN DE CADENAS SEGÚN TIPO DE APOYOS.....	41
9.3.7 HERRAJES PARA CABLE DE FIBRA	42
9.4 ACCESORIOS	44
9.4.1 CONTRAPESOS PARA PUENTES	44
9.4.2 AMORTIGUADORES	44
9.4.3 SEPARADORES	44
9.4.4 EMPALMES	45
9.4.5 BALIZAS.....	45
9.4.6 SALVAPÁJAROS	45
9.5 ELEMENTOS ANTIESCALO	46
9.6 NUMERACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE APOYOS	47
9.7 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEO	47
9.7.1 GENERALIDADES.....	47
9.7.2 DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LAS CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEO	48
9.7.3 PROTECCIÓN AVIFAUNA EN CONVERSIONES.....	49
9.7.4 TERMINALES Y PARARRAYOS.....	50
9.7.5 DISPOSICIÓN DE LOS CABLES AISLADOS.....	52
9.8 CIMENTACIÓN DE LOS APOYOS.....	52
9.8.1 LÍNEA SE ALUMALSA-SE PRYDES-APOYO 99 EXISTENTE	53
9.8.2 LÍNEA APOYO 13 EXISTENTE-se pi_fuentes	55
9.9 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS	56

9.9.1 CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN	57
9.9.2 PUESTA A TIERRA EN APOYOS NO FRECUENTADOS.....	58
9.9.3 PUESTA A TIERRA EN APOYOS FRECUENTADOS	59
9.10 AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.	59
9.10.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN	60
9.10.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LA COLISIÓN.....	60
9.11 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	61
9.11.1 GENERALIDADES.....	61
9.12 INDICACIONES PARA EL CÁLCULO DE LAS CURVAS DE TENDIDO	62
9.13 EFECTO CORONA	63
9.14 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS	63
10 DESCRIPCIÓN TRAMOS SUBTERRÁNEOS A 45 KV	66
10.1 GENERALIDADES.....	66
10.1.1 LÍNEA SE ALUMALSA-SE PRYDES-APOYO 99 EXISTENTE.....	66
10.1.2 LÍNEA APOYO 13 EXISTENTE-SE PI_FUENTES.....	66
10.2 CABLES DE ALIMENTACIÓN UTILIZADOS	67
10.3 CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	69
10.4 EMPALMES.....	70
10.5 TERMINALES.....	73
10.6 PARARRAYOS.....	77
10.7 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA Y DESCRIPCIÓN.....	77
10.7.1 TENSIONES INDUCIDAS.....	79
10.7.2 SISTEMA UTILIZADO: CONEXIÓN A TIERRA EN UN SOLO PUNTO (SINGLE POINT).....	79
10.7.3 CABLES DE PUESTA A TIERRA.....	82
10.7.4 CAJAS DE PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS.....	83
10.8 CANALIZACIONES.....	87
10.8.1 CANALIZACIONES ENTUBADAS HORMIGONADAS.....	87
ESQUEMA CANALIZACIÓN ENTUBADA.....	88

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN



10.9 ARQUETAS Y CÁMARAS	89
10.9.1 CÁMARAS DE EMPALME	89
10.9.2 ARQUETAS DE CONEXIONADO DE PANTALLAS Y DE FIBRA ÓPTICA	91
10.9.3 ARQUETAS DE AYUDA AL TENDIDO.....	91
10.10 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS CON CONDUCCIONES DE OTROS SERVICIOS	91
10.10.1 DISTANCIAS A RESPETAR AL REALIZAR CRUZAMIENTOS.....	92
10.10.2 DISTANCIAS A RESPETAR AL REALIZAR PARALELISMOS.....	95
11 CONCLUSIÓN	98

1 ANTECEDENTES

La mercantil **MUDEJAR WIND, SL**, con **CIF B-99557233**, es la promotora de los parques eólicos "Espartal Eólico 1", "Espartal Eólico 3" y "Espartal Eólico 4", así como sus infraestructuras de evacuación "Subestación la Corona", "LAT de SET La Corona a SET Fuentes" y "LAT de SET La Corona a SET PI Fuentes", situados todos ellos en los términos municipales de Fuentes de Ebro y Quinto, en la provincia de Zaragoza.

Por otra parte, la mercantil **MUDEJAR SOLAR, SL**, con **CIF B-99557241**, es la promotora de las plantas fotovoltaicas "Espartal Solar 2" y "Espartal Solar 3" situadas en el término municipal de Fuentes de Ebro, en la provincia de Zaragoza, dispone de un acuerdo de evacuación compartido con la sociedad MUDEJAR WIND, SL, arriba indicada, de fecha 15 de octubre de 2021, a través del cual evacuarán la energía generada entre todas las plantas aquí descritas en las dos SE de Fuentes y PI Fuentes.

Los proyectos de generación arriba indicados, obtienen **punto de acceso a la red de distribución**, propiedad de EDISTRIBUCION Redes digitales S.L.U., entre los meses de julio y septiembre de 2020 en subestaciones distintas de la solicitada en origen (SE ESPARTAL 45KV), y que son SE Fuentes 45kV y SE PI Fuentes 45kV, hecho motivado por el incumplimiento del límite reglamentario del 5% de la potencia de cortocircuito en la Subestación Espartal 45 kV, así como de criterios de fiabilidad ante contingencias tanto en la LAT 45 kV ALUMALSA-PRYDES como en la LAT 45 kV PRYDES-EL BURGO, además del incumplimiento del criterio reglamentario del 50 % de la potencia de nominal de la derivación en T desde la LAT 45 kV FUENTES-QUINTO.

Todo ello, se pone de manifiesto cuando en noviembre de 2021, la compañía distribuidora emite unas condiciones técnico-económicas donde describe las actuaciones necesarias a llevar a cabo para paliar los incumplimientos que el otorgamiento del punto de acceso de los mencionados proyectos renovables, resultan necesarios para la conexión efectiva de los mismos.

La validez del **punto de conexión** anterior, que queda confirmada en octubre de 2022, pero condicionada a la realización de las siguientes modificaciones de la red existente, a cargo del promotor de los proyectos de generación renovable, con su posterior cesión a la compañía distribuidora una vez sean tramitados y construidos:

- la Repotenciación de la LAT 45 kV Alumalsa – Prydes - el Burgo a conductor LA180 de los tramos con capacidad menor a LA180.
- Repotenciación de la LAT 45 kV Fuentes - Quinto realizando entrada/salida en la SE PI Fuentes.

Las dos subestaciones de la red de distribución que son punto final de evacuación de la energía de las plantas generadoras de origen renovable, SE Fuentes 30/45 kV y SE PI Fuentes 30/45 kV, se encuentran en Fuentes de Ebro, provincia de Zaragoza.

Las infraestructuras mencionadas a repotenciar, propiedad de la operadora distribuidora, parten en origen desde Zaragoza y continúan en dirección sureste, creando un **corredor de energía** de gran importancia en el territorio, puesto que da servicio a toda un área de expansión al Este de la ciudad de Zaragoza, con un gran desarrollo durante las últimas décadas, no solo industrial sino también residencial.

La incorporación a la red existente en este corredor de esta serie de refuerzos y/o repotenciaciones descritas, obedece a un planteamiento de **renovación de parte de la red que se encuentra actualmente en servicio**, con la premisa básica de sustitución de un cableado de superior capacidad portante de energía, con el objetivo de garantizar el suministro eléctrico a todo el corredor.

Materializar dicha sustitución del cableado, requiere del diseño de un proyecto técnico administrativo que recoja de forma detallada es estado de cada tramo existente con características deficientes en cuanto a criterios técnicos, que deben cumplir la normativa actual vigente, así como la renovación de todos aquellos elementos que a día de hoy resultan del todo indispensables en cuanto a la protección de la avifauna existente en la zona. Por lo tanto, el nuevo diseño propuesto de esta renovación de líneas se basa en las siguientes premisas de base:

- En aquellos tramos en los que resulte necesario la sustitución de la traza de la línea, buscar los paralelismos del trazado existente en la medida de lo posible.
- En aquellos tramos donde existen desarrollos urbanísticos industriales o residenciales, proponer desvíos de tramos soterrados del trazado que eviten los vuelos de las líneas que han quedado dentro de estos espacios.
- El desmantelamiento de los tramos obsoletos de la línea, de forma que prevalezca un corredor de línea de distribución eléctrica adaptado a la normativa vigente actual, al desarrollo urbanístico y a las medidas de protección ambiental necesarias en el entorno.

La tramitación del proyecto técnico administrativo que recoge todas estas actuaciones va a ser llevado a cabo a través de la sociedad vehículo Mudejar Wind SL, y una vez sea ejecutada será cedidas a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L.U.

Asimismo, cabe subrayar que todo el desarrollo los proyectos renovables y sus infraestructuras anexas, forman parte de un proyecto de mayor envergadura e interés para el territorio, puesto que han sido diseñados para dotas de energía eléctrica renovable a un proyecto pionero de generación de hidrógeno verde. No en vano dicho proyecto, denominado "H2 Pilar Producción de H2 renovable en la Comarca de Zaragoza" fue adjudicatario de fondos europeos, a través de la iniciativa Next Generation, gestionada a través del IDAE y doto económicamente la iniciativa con la máxima aportación económica para sacar a delante dicho proyecto. Fruto de todo ello, y para poder dar cumplimiento a todo el desarrollo de todos los proyectos anexos a dicha planta e hidrógeno en tiempo y forma, el proyecto fue declarado **Proyecto de Interés General de**

Aragón (PIGA) para la implantación, ejecución y puesta en funcionamiento del proyecto "H2 PILLAR Producción de H2 renovable en la Comarca de Zaragoza" (en adelante "H2 PILLAR"), a iniciativa de Aragonesa Verde, S.L., Enagás Renovable, S.L.U. y Compañía Energética Aragonesa de Renovables S.L., y en ejecución del Convenio marco de colaboración suscrito entre estas y el Gobierno de Aragón con fecha 17 de mayo de 2023 y publicado en el Boletín Oficial de Aragón núm. 113 de 15 de junio de 2023.

El PIGA "H2 PILLAR" se inserta dentro de la estrategia europea, nacional y aragonesa de desarrollo de la industria de producción de hidrógeno verde que se encuentra vinculada a la descarbonización de la industria y el transporte de viajeros, aportando capacidad de almacenamiento de energía renovable.

Asimismo, en el BOA de 26 de julio de 2023 se publicó la ORDEN VMV/948/2023, de 18 de julio, que contiene el Acuerdo adoptado por el Gobierno de Aragón en su reunión celebrada el día 12 de julio de 2023, por el que se aprueba la delimitación del ámbito previsto para el Proyecto de Interés General de Aragón H2 Pilar producción de H2 renovable en la Comarca de Zaragoza, promovido por Aragonesa del Hidrógeno Verde, SL, declara urgente la ocupación de los bienes y derechos afectados por la delimitación y se determina el inicio del procedimiento de información pública de la relación de bienes y derechos de necesaria ocupación que se pospone hasta la publicación de la relación de bienes y derechos afectados con incorporación de las titularidades del suelo afectado por la actuación.

Adicionalmente, el 27 de julio de 2023, se presentaron ante el Gobierno de Aragón todos los proyectos integrantes del PIGA, entre los que constaban los proyectos de las instalaciones adicionales para suministro de las que trata este estudio.

Finalmente, se publica el BOA en fecha 11 de agosto de 2023, mediante ORDEN VMV/1049/2023, de 28 de julio de 2023, por la que se aprueba inicialmente el Proyecto de Interés General de Aragón "**H2 Pilar Producción de H2 renovable en la Comarca de Zaragoza**", promovido por Aragonesa del Hidrógeno Verde, SL, titular de las sociedades vehículo, Mudéjar Solar, SL y Mudéjar Wind SL.

Adicionalmente, en la SE PI Fuentes, existe **otro proyecto relevante para el territorio** en el término municipal de Fuentes de Ebro, denominado "*actuación A.2.06 "elevaciones del Ebro a los regadíos infradotados e la margen derecha, tramo Zaragoza-Fayón" de la que forma parte la Elevación de Fuentes de Ebro*". En fecha 22 de mayo de 2019 se suscribe un Convenio entra la Sociedad Mercantil Estatal "Aguas de las Cuencas de España, SA" (en adelante ACUAES), el Gobierno de Aragón y la Comunidad de Regantes Montes de Fuentes de Ebro, para la ejecución y explotación del Proyecto 06/04 y Adenda 01/12 de puesta en riego de la zona regable de Fuentes de Ebro (Zaragoza).

En virtud de este Convenio, y para llevar a cabo el proyecto descrito, **ACUAES solicita punto de conexión a la red de distribución para 6.660 KW** de potencia de bombeo y firma las

condiciones técnico-económicas descritas por EDISTRIBUCION Redes digitales S.L.U ente diciembre de 2023 y enero de 2024.

Dentro de las condiciones técnico-económicas propuestas por la red de distribución para el proyecto de ACUAES, existen coincidencias en las actuaciones solicitadas, de cara a la conexión de ambos proyectos en la SE PI Fuentes 30/45 kV, y la necesidad de repotenciar las infraestructuras de conexión a la misma.

Derivado de ello, se firma un acuerdo de compartición de infraestructuras entre las sociedades vehículo Mudejar Wind, SL, Mudejar Solar, SL, ACUAES y EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L.U. En dicho acuerdo las mercantiles se comprometen a llevar a cabo los proyectos técnicos, tramitarlos, construirlos y cederlos posteriormente a la compañía distribuidora.

2 PETICIONARIO

El promotor y titular del proyecto es:

MUDEJAR WIND, S.L.

CIF: B99557233

3 OBJETO DE LA SEPARATA

La presente separata se redacta con objeto de ofrecer una descripción técnica suficiente de las afecciones al organismo afectado para la tramitación de las Instalaciones adicionales de suministro (refuerzos sobre la red de distribución en 45kV), de los refuerzos necesarios en la red de distribución, para la conexión de cinco (5) instalaciones de generación renovable, así como el proyecto de Elevación de Fuentes de Ebro tanto en la SE Fuentes, así como en la SE PI Fuentes, que posteriormente se cederán a EDISTRIBUCIÓN a efectos de integrarse como infraestructuras de su red de evacuación.

Las Condiciones Técnico-Económicas, en adelante CTE, se fundamentan en las instalaciones adicionales de suministro (refuerzos sobre la red de distribución en 45kV), que describe la presente separata son las siguientes:

- Una repotenciación de una línea existente de 45 kV con cable LA-180, que parte desde la SET Alumalsa, realizando una entrada-salida en SET Prydes y continuando hasta el entronque con la línea existente Prydes-El Burgo en el apoyo 99 existente.

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 kV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN



- Conversión de una antena de línea de simple circuito en una nueva línea de 45 kV con cable LA-180, o equivalente, desde la SET PI Fuentes y que entronque con la LAAT Fuentes – PI Fuentes – Quinto existente, propiedad de E-Distribución, en una línea de entrada-salida.

Asimismo, una vez ejecutadas y puestas en servicio los refuerzos descritos, se procederá al desmantelamiento de aquellos tramos de línea, propiedad de Endesa Distribución que queden obsoletos y sean sustituidos por los refuerzos aquí descritos.

4 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Todas las obras que en el proyecto se describen, se proyectan con arreglo a las diversas disposiciones legales, reglamentos y demás normativa general vigentes, así como las normas técnicas particulares de los ayuntamientos implicados y la compañía que explota la red general de distribución eléctrica de la zona.

Por ello para la realización del presente proyecto se ha tenido en cuenta, la normativa principal que a continuación se relaciona con carácter enunciativo, pero no limitativo.

4.1 SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de octubre, 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.

4.2 OBRA CIVIL

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de octubre (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 octubre 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 octubre de 1987, por la que se aprueba la 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.

4.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector 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.
- 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.

- RD 1955/2000 de 1 de diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización y suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Circular 1/2021 de 20 de enero por la que se establece la metodología y condiciones de acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de Octubre 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.
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora

4.4 OTRAS

- Normas UNE y cualquier otra reglamentación nacional, autonómica o local vigente que fuera de aplicación.
- Cualquier disposición de nueva aparición que pueda complementar y/o modificar las anteriores.

5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE E-DISTRIBUCIÓN

La actuación exigida por EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U. para reforzar las líneas existentes de distribución se divide en dos tramos claramente diferenciados, tanto eléctrica como físicamente.

Los tramos a reforzar o repotenciar por los promotores, descritos en este proyecto son:

- Repotenciación de la línea eléctrica desde la SET Alumalsa, realizando una entrada-salida en SET Prydes de forma subterránea y finalizando el refuerzo en el apoyo 99 de esta línea (enlazando con línea ya renovada) por un cable LA 180. Esta actuación conlleva la incorporación de un nuevo cable con los apoyos y zanjas correspondientes, así como el desmontaje de la línea existente y se define como "Adecuación Refuerzo LAAT 45 kV Alumalsa-Prydes-El Burgo".
- Nueva línea eléctrica de 45 kV que conecte la línea LAAT Fuentes – PI Fuentes – Quinto dando como resultado una entrada-salida a la Subestación PI Fuentes con cable LA 180. La entrada a esta subestación se realizará en subterráneo. Esta actuación se define como "LAAT 45 kV entrada PI Fuentes".

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ADECUACIÓN REFUERZO LAAT 45 KV ALUMALSA-PRYDES-EL BURGO

La nueva línea 45 kV Alumalsa-Prydes-El Burgo con conductor LA-180 se plantea mediante una combinación de tramos aéreos y subterráneos buscando la mejor viabilidad medioambiental y técnica. Los tramos en los que se divide esta actuación se describen a continuación:

- **Tramo aéreo 1:** Salida desde el pórtico de la Subestación Alumalsa (Punto A) hasta su llegada al apoyo 7 PAS (Punto B). La longitud total de la línea en este tramo es de 784,84 metros horizontales a lo largo de 7 apoyos.
- **Tramo subterráneo 1:** Salida desde apoyo 7 PAS (Punto B) hasta su llegada al apoyo 8 PAS (Punto C) a lo largo de 799,74 metros horizontales.
- **Tramo aéreo 2:** Salida desde el apoyo 8 PAS (Punto C) hasta su llegada al apoyo 22 PAS (Punto D). La longitud total de la línea en este tramo es de 2.841,20 metros horizontales a lo largo de 15 apoyos.
- **Tramo subterráneo 2A** Salida desde apoyo 22 PAS (Punto D) hasta su llegada a celda GIS de SET PRYDES (Punto E). La longitud de este tramo es de 170,60 metros horizontales.

- **Tramo subterráneo 2B** Salida desde celda GIS de SET PRYDES (Punto E) hasta su llegada al apoyo 23 PAS (F). La longitud de este tramo es de 245,20 metros horizontales.
- **Tramo aéreo 3** – aéreo: Salida desde el apoyo 23 PAS hasta su llegada al apoyo 33 PAS. La longitud total de la línea en este tramo es de 1.728,58 metros a lo largo de 11 apoyos.
- **Tramo subterráneo 3** – subterráneo: Salida desde apoyo 33 PAS hasta su llegada al apoyo 34 PAS a lo largo de 1.071,94 metros horizontales.
- **Tramo aéreo 4** – aéreo: Salida desde el apoyo 34 PAS hasta el entronque en el apoyo 99 de la LAAT propiedad de E-Distribución. El apoyo 99 es existente y se adecuará para el nuevo entronque con esta línea de refuerzos. La longitud total de la línea en este tramo es de 1.269,22 metros a lo largo de 9 apoyos.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FUENTES-PI_FUENTES-QUINTO A SET PI_FUENTES

La nueva línea 45 kV de entrada a la SET PI Fuentes convierte la línea existente que conecta de la LAAT Fuentes–PI Fuentes–Quinto con la subestación de PI Fuentes que dispone de un solo circuito a modo de “antena” en una “entrada-salida” mediante la adición de una nueva línea con la misma conexión que la actual. De esta forma, la línea a incorporar parte del apoyo 13D de la LAAT 45 kV Fuentes-Quinto en aéreo mediante 4 apoyos para posteriormente convertirse en subterráneo hasta su llegada a la SET PI Fuentes 30/45 kV. Es por ello por lo que los dos tramos de esta nueva línea son:

- **Tramo aéreo 1’:** Salida desde el apoyo 13D de la LAAT de E-Distribución Fuentes-Pi_Fuentes-Quinto (Punto A’) hasta el apoyo 4’ de conversión aero-subterránea (PAS) (Punto B’). La longitud total de la línea en este tramo es de 760,81 metros horizontales.
- **Tramo subterráneo 1’:** Comienza tras el apoyo 4’ PAS (Punto B’) y consiste en 250,27 metros subterráneos, seguidos de una perforación horizontal dirigida (PHD) (Punto C’) de 115,18 metros que continúa, recorre 20,26 m hasta una segunda perforación horizontal dirigida (PHD) (Punto E’) de 81,50 metros para finalizar con un tramo subterráneo de 296,50 metros hasta la llegada a la Subestación PI Fuentes 30/45kV, propiedad de E-Distribución. La longitud total de la línea en este tramo es de 763,72 metros horizontales.

6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

6.1 REFUERZO LAAT 45 KV ALUMALSA-PRYDES-EL BURGO

La línea aéreo-subterránea proyectada consta de los siguientes tramos descritos en orden desde su origen en el pórtico de la subestación "SET ALUMALSA" hasta su final en el apoyo nº 99 existente, perteneciente a E-Distribución.

A. TRAMO AÉREO 1

Origen: en pórtico en SET ALUMALSA (Punto A), situado en DS CASTUJA BAJA 9242 en el término municipal de Zaragoza.

Final: En conversión A/S de apoyo nº 7 de FL-PAS (Punto B), situado en polígono 69, parcela 259 del término municipal de Zaragoza.

Longitud: 784,84 mts, sobre plano horizontal aéreo.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: LA-180 (147-AL1/34-ST1A)

Fibra óptica: OPGW-48

Apoyos: Pórtico de SE + 7 apoyos.

Emplazamiento: Término municipal de Zaragoza.

B. TRAMO SUBTERRÁNEO 1

Origen: En conversión A/S de apoyo nº 7 de FL-PAS (Punto B), situado en polígono 69, parcela 259 del término municipal de Zaragoza.

Final: En conversión A/S de apoyo nº 8 de FL-PAS (Punto C), situado en polígono 69, parcela 223 del término municipal de Zaragoza.

Longitud: 799,74 mts sobre plano horizontal subterráneo.

Canalización: conductores entubados.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV 3x(1x400) mm² AL + H50 Cu.

Fibra óptica: Cable 48 fibras monomodo convencional G.652.D.

Emplazamiento: Término municipal de Zaragoza.

C. TRAMO AÉREO 2

Origen: En conversión A/S de apoyo nº 8 de FL-PAS (Punto C), situado en polígono 69, parcela 223 del término municipal de Zaragoza.

Final: En conversión A/S de apoyo nº 22 de FL-PAS (Punto D), situado en polígono 70, parcela 286 del término municipal de Zaragoza.

Longitud: 2.841,20 mts, sobre plano horizontal aéreo.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: LA-180 (147-AL1/34-ST1A)

Fibra óptica: OPGW-48

Apoyos: 15 apoyos.

Emplazamiento: Término municipal de Zaragoza.

D. TRAMO SUBTERRÁNEO 2

Origen: En conversión A/S de apoyo nº 22 de FL-PAS (Punto D), situado en polígono 70, parcela 286 del término municipal de Zaragoza.

Final: En conversión A/S de apoyo nº 23 de FL-PAS (Punto E), situado en PG PRYDES 11, en el término municipal de Zaragoza.

Longitud: La longitud total del tramo es de 416,44 metros horizontales. Los primeros 170,60 metros horizontales van desde el apoyo nº 22 hasta SET PRYDES, y los 245,84 metros horizontales restantes van desde SET PRYDES hasta el apoyo nº 23.

Canalización: conductores entubados.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV 3x(1x400) mm² AL + H50 Cu.

Fibra óptica: Cable 48 fibras monomodo convencional G.652.D.

Emplazamiento: Término municipal de Zaragoza.

E. TRAMO AÉREO 3

Origen: En conversión A/S de apoyo nº 23 de FL-PAS (Punto E), situado en PG PRYDES 11, en el término municipal de Zaragoza.

Final: En apoyo nº 33 de FL-PAS (Punto F), situado en polígono 1, parcela 79 del término municipal de El Burgo de Ebro (Zaragoza).

Longitud: 1.728,58 mts, sobre plano horizontal aéreo.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: LA-180 (147-AL1/34-ST1A)

Fibra óptica: OPGW-48

Apoyos: 11 apoyos.

Emplazamiento: Términos municipales de Zaragoza y El Burgo de Ebro (Zaragoza).

F. TRAMO SUBTERRÁNEO 3

Origen: En apoyo nº 33 de FL-PAS (Punto F), situado en polígono 1, parcela 79 del término municipal de El Burgo de Ebro (Zaragoza).

Final: En apoyo nº 34 de FL-PAS (Punto G), situado en polígono 13, parcela 409 del término municipal de El Burgo de Ebro (Zaragoza).

Longitud: 1.071,94 metros horizontales.

Canalización: conductores entubados.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV 3x(1x400) mm² AL + H50 Cu.

Fibra óptica: Cable 48 fibras monomodo convencional G.652.D.

Emplazamiento: Término municipal de El Burgo de Ebro (Zaragoza).

G. TRAMO AÉREO 4

Origen: En apoyo nº 34 de FL-PAS (Punto G), situado en polígono 13, parcela 409 del término municipal de El Burgo de Ebro (Zaragoza).

Final: En apoyo nº 99 existente perteneciente a E-Distribución, situado en polígono 13, parcela 9108 del término municipal de El Burgo de Ebro (Zaragoza).

Longitud: 1.269,22 mts, sobre plano horizontal aéreo.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: LA-180 (147-AL1/34-ST1A)

Fibra óptica: OPGW-48

Apoyos: 8 apoyos (fin de línea en apoyo 99 existente de E-Distribución).

Emplazamiento: Término municipal de El Burgo de Ebro (Zaragoza).

6.2 LAAT 45 KV ENTRADA PI FUENTES

La línea aero-subterránea proyectada consta de los siguientes tramos descritos en orden desde su origen en apoyo nº13 existente de la línea Fuentes-Pi_Fuentes-Quinto hasta su final en barras de la subestación "SET PI_FUENTES", perteneciente a E-Distribución.

A. TRAMO AÉREO 1'

Origen: En apoyo nº 13 existente de entronque (Punto A'), situado en polígono 203, parcela 27 del término municipal de Fuentes de Ebro (Zaragoza).

Final: En conversión A/S de apoyo nº 4' de FL-PAS (Punto B'), situado en polígono 203, parcela 27 del término municipal de Fuentes de Ebro (Zaragoza).

Longitud: 760,81 mts sobre plano horizontal aéreo.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: LA-180 (147-AL1/34-ST1A)

Fibra óptica: OPGW-48

Apoyos: Sustitución de apoyo existente 13 + 4 apoyos

Emplazamiento: Término municipal de Fuentes de Ebro.

B. TRAMO SUBTERRÁNEO 1'

Origen: En conversión A/S de apoyo nº 4' existente de FL-PAS (Punto B'), situado en polígono 203, parcela 27 del término municipal de Fuentes de Ebro.

Final: En barras de la SE "Pi_Fuentes" (Punto G'), situada en CR CASTELLON en el término municipal de Fuentes de Ebro (Zaragoza).

Longitud: 763,72 mts sobre plano horizontal subterráneo.

Canalización: conductores entubados y en perforaciones dirigidas.

Tensión de servicio: 45 kV.

Conductor: RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV 3x(1x400) mm² AL + H50 Cu.

Fibra óptica: Cable 48 fibras monomodo convencional G.652.D.

Emplazamiento: Término municipal de Fuentes de Ebro.

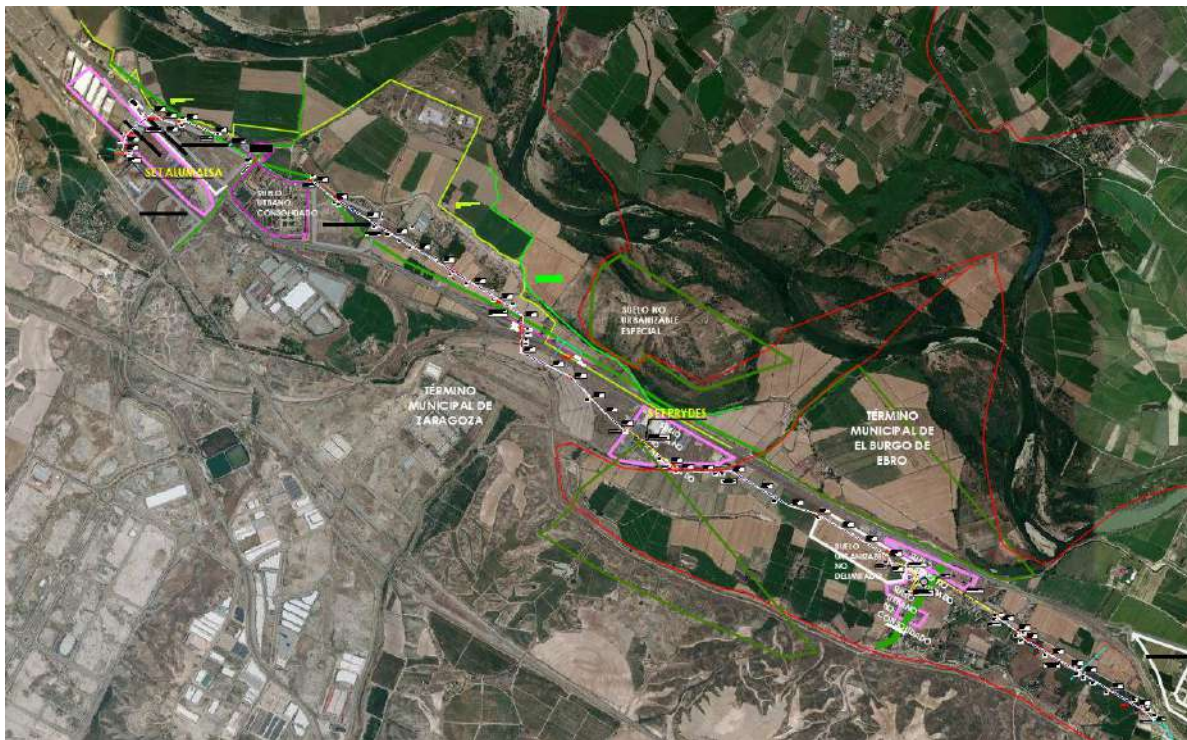
6.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA

Las características de la energía de la línea objeto del presente proyecto son las que se muestran a continuación:

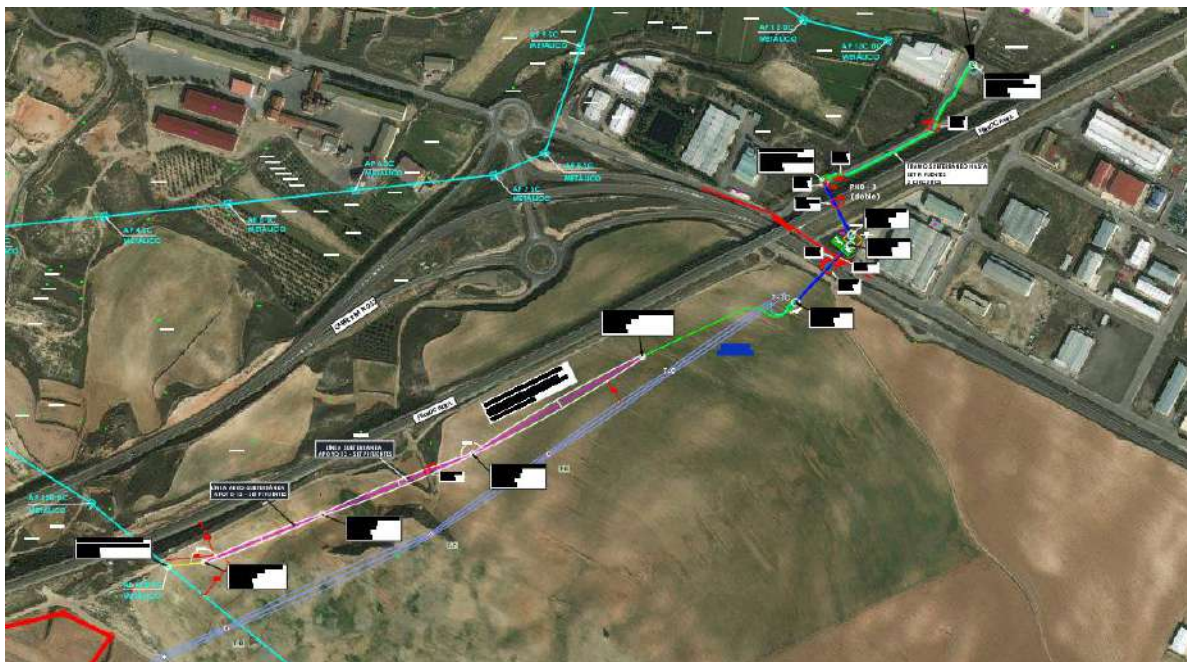
- Clase de energía Alterna-trifásica
- Tensión nominal de servicio 45.000 Voltios
- Frecuencia 50 Hz.
- Categoría de línea..... 2ª
- Tensión más elevada para la red..... 52 kV eficaces.
- Tensión más elevada del material52 kV eficaces.
- Tensión nominal soportada a los impulsos tipo rayo250 kV cresta.
- Tensión nominal soportada de corta duración a frecuencia industrial 95 kV

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

Las líneas aéreo-subterráneas objeto del presente proyecto se encuentran situadas en los términos municipales de Zaragoza, El Burgo de Ebro y Fuentes de Ebro, en la provincia de Zaragoza.



Situación de línea aero subterránea en TT.MM de Zaragoza y El Burgo de Ebro, desde SET Alumalsa, realizando entrada-salida en SET Prydes hasta entronque con línea existente Prydes-El Burgo en apoyo 99 existente.



Situación de línea aero subterránea en T.M. de El Burgo de Ebro, desde Ayo 13D de la línea Fuentes-Pi Fuentes-Quinto hasta SE Pi Fuentes.

El trazado de las líneas aéreo-subterráneas se ha diseñado a juicio del proyectista y la compañía suministradora, según ampara el art. 4 del RLAT, cumpliendo en todo momento las prescripciones reglamentarias, evitando en lo posible ángulos pronunciados y reduciendo al mínimo el número de situaciones reguladas por las prescripciones especiales del capítulo 7 del RLAT. En el apartado de planos se incluye el trazado de la línea, quedando perfectamente definido el emplazamiento de la misma. Así mismo se incluyen los perfiles longitudinales y planta de la línea.

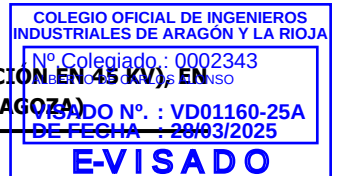
7.1 DATOS TOPOGRÁFICOS DE PUNTOS SIGNIFICATIVOS

En la siguiente tabla se incluyen las coordenadas UTM (Huso 30) de los elementos significativos de la línea aero-subterránea de evacuación. El orden es alfabético creciente desde el extremo de la línea que parte de la subestación "SET ALUMALSA" hasta el apoyo nº 99.

LÍNEA SE ALUMALSA HASTA APOYO Nº 99	
DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM (Huso 30)
PUNTO A. INICIO DE TRAMO AÉREO 1 DESDE PÓRTICO	X: 680343 Y: 4608499
PUNTO B. INICIO TRAMO SUBTERRÁNEO 1 DESDE CONVERSIÓN A/S DE APOYO 7	X: 680938.48 Y: 4608657.12
PUNTO C. INICIO TRAMO AÉREO 2 DESDE CONVERSIÓN A/S DE APOYO 8	X: 681629.31 Y: 4608319.81
PUNTO D. INICIO TRAMO SUBTERRÁNEO 2 DESDE CONVERSIÓN A/S DE APOYO 22	X: 683751.63 Y: 4606625.68
PUNTO E. ENTRADA Y SALIDA A CELDAS GIS DE SET PRYDES	X: 683891.36 Y: 4606550.62
PUNTO F. INICIO TRAMO AÉREO 3 DESDE CONVERSIÓN A/S DE APOYO 23	X: 684067.22 Y: 4606385.62
PUNTO G. INICIO TRAMO SUBTERRÁNEO 3 DESDE CONVERSIÓN A/S DE APOYO 33	X: 685588.85 Y: 4605697.06
CÁMARA DE EMPALME	X: 685895.89 Y: 4605607.12
PUNTO H. INICIO TRAMO AÉREO 4 DESDE CONVERSIÓN A/S DE APOYO 34	X: 686323.65 Y: 4605331.04
PUNTO I. FINAL EN APOYO 99 EXISTENTE	X: 687381.41 Y: 4604637.99
LÍNEA FUENTES-PI_FUENTES-QUINTO HASTA SE PI_FUENTES	
DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM (Huso 30)

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN



PUNTO A'. INICIO DE TRAMO AÉREO 1' DESDE APOYO EXISTENTE AP13	X: 698801.00 Y: 4597043.00
PUNTO B'. INICIO TRAMO SUBTERRÁNEO 1' DESDE CONVERSIÓN A/S DE APOYO 4	X: 699493.19 Y: 4597348.49
PUNTO C'. INICIO PHD1	X: 699716.58 Y: 4597426.93
PUNTO D'. SALIDA PHD1	X: 699796.43 Y: 4597510.30
PUNTO E'. INICIO PHD2	X: 699797.55 Y: 4597524.84
PUNTO F'. SALIDA PHD2	X: 699758.22 Y: 4597601.35
PUNTO G'. FINAL TRAMO SUBTERRÁNEO 1' DOBLE CIRCUITO EN SET PI_FUENTES	X: 699975.04 Y: 4597772.94

8 DESCRIPCIÓN DE LAS AFECCIONES

Se adjunta la presente separata para informar de las actuaciones de las instalaciones adicionales de suministro consistentes en una nueva línea aéreo-subterránea SE Alumalsa-SE Prydes-Apoyo 99 de la línea existente y nueva línea aéreo-subterránea de Apoyo 13D existente a SE Pi-Fuentes, que pudieran afectar a NEDGIA ARAGÓN y por si el Organismo afectado considera oportuno añadir algún tipo de información que pudiera afectar a la futura construcción de dichas infraestructuras.

Los cruzamientos serán ejecutados según se describe en los planos adjuntos y se describen en la tabla a continuación:

AFECCIONES TRAMO AÉREO 1					
Nombre Afección	Vano Cruzamiento	Tipo de afección	Coordenadas UTM	Organismo afectado	Menor distancia vertical (m)
LA1-Gasoducto 1	Vano flojo	Cruzamiento con gasoducto	X: 680334.25 Y: 4608517.47	NEDGIA	

TRAMO SUBTERRÁNEO 1'				
Nombre Afección	Tipo de afección	Coordenadas UTM (HUSO 30)	Organismo afectado	Longitud afección (m)
LS1'-Gasoducto 2	Cruzamiento con gasoducto	X: 699779.07 Y: 4597492.17	NEDGIA	-

9 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS AÉREOS DE LA INSTALACIÓN

9.1 DATOS TOPOGRÁFICOS

9.1.1 LÍNEA SE ALUMALSA-SE PRYDES-APOYO 99 EXISTENTE

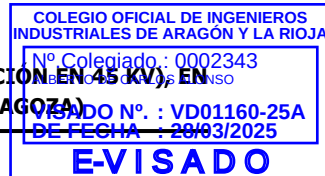
En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que componen cada uno de los 4 tramos aéreos de esta línea. También se muestran las coordenadas UTM (Huso 30) de cada uno de los apoyos de la línea.

TRAMO AÉREO 1						
Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Función	Coordenadas UTM (HUSO 30)	Ángulo Relativo (gr. cent)
1	206.38	46,5	106	FL-ENTR.	X: 680323.10 Y: 4608540.98	156.99
2	202.84	106	231	AN-AM	X: 680347.65 Y: 4608644.35	157.99
3	200.60	231	78	AN-AM	X: 680527.52 Y: 4608789.14	117.74
4	200.82	78	104	AN-AM	X: 680590.93 Y: 4608744.41	179.23
5	200.32	104	69	AN-AM	X: 680690.73 Y: 4608714.84	147.35
6	198.71	69	197	AN-AM	X: 680756.62 Y: 4608733.90	156.63
7	197.06	197	197	FL-PAS	X: 680938.48 Y: 4608657.12	0

TRAMO AÉREO 2						
Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Función	Coordenadas UTM (HUSO 30)	Ángulo Relativo (gr. cent)
8	193.96	0	181	FL-PAS	X: 681629.31 Y: 4608319.81	0
9	191.87	181	251	AN-AM	X: 681770.13 Y: 4608205.63	191.56
10	194.55	251	221	AL-AM	X: 681983.95 Y: 4608074.88	0
11	196.97	221	187	AL-AM	X: 682172.73 Y: 4607959.46	0
12	198.25	187	189	AL-AM	X: 682332.47 Y: 4607861.79	0
13	200.86	189	260	AL-SU	X: 682493.57 Y: 4607763.30	0
14	203.13	260	216	AL-SU	X: 682715.33 Y: 4607627.71	0
15	204.04	216	203	AN-AM	X: 682899.61 Y: 4607515.04	195.83

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

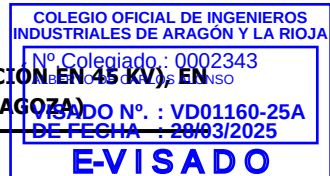


TRAMO AÉREO 2						
Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Función	Coordenadas UTM (HUSO 30)	Ángulo Relativo (gr. cent)
16	205.32	203	244	AN-AM	X: 683065.19 Y: 4607398.14	135.52
17	209.52	244	223	AN-AM	X: 683051.52 Y: 4607154.79	126.04
18	209.16	223	169	AL-SU	X: 683250.71 Y: 4607054.80	0
19	208.18	169	183	AN-AM	X: 683401.95 Y: 4606978.88	177.21
20	206.94	183	134	AL-SU	X: 683526.10 Y: 4606844.96	0
21	205.46	134	181	AN-AM	X: 683617.13 Y: 4606746.77	194.26
22	204.13	181	181	FL-PAS	X: 683751.63 Y: 4606625.68	0

TRAMO AÉREO 3						
Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Función	Coordenadas UTM (HUSO 30)	Ángulo Relativo (gr. cent)
23	201.51	0	83	FL-PAS	X: 684067.22 Y: 4606385.62	0
24	198.92	83	140	AN-AM	X: 684137.39 Y: 4606341.55	167.42
25	197.55	140	210	AN-AM	X: 684277.55 Y: 4606334.67	195.31
26	194.32	210	228	AN-AM	X: 684487.13 Y: 4606339.83	164.46
27	193.61	228	237	AL-SU	X: 684683.49 Y: 4606223.78	0
28	192.65	237	196	AN-AM	X: 684887.42 Y: 4606103.26	184.28
29	191.78	196	186	AN-AM	X: 685075.01 Y: 4606047.91	184.51
30	192.18	186	187	AL-SU	X: 685235.42 Y: 4605953.88	0
31	192.24	187	191	AL-SU	X: 685397.05 Y: 4605859.13	0
32	192.37	191	71	AN-AM	X: 685562.09 Y: 4605762.38	158.51
33	194.41	71	71	FL-PAS	X: 685588.85 Y: 4605697.06	0

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN



TRAMO AÉREO 4						
Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Función	Coordenadas UTM (HUSO 30)	Ángulo Relativo (gr. cent)
34	189.13	0	145	FL-PAS	X: 686323.65 Y: 4605331.04	0
35	189.13	145	74	AN-AM	X: 686442.47 Y: 4605248.08	184.64
36	188.31	74	214	AN-AM	X: 686491.39 Y: 4605192.32	180.04
37	187.60	214	197	AL-SU	X: 686675.13 Y: 4605082.87	0
38	187.49	197	68	AL-AM	X: 686844.33 Y: 4604982.07	0
39	187.89	68	204	AL-AM	X: 686902.92 Y: 4604947.18	0
40	188.24	204	247	AL-SU	X: 687078.19 Y: 4604842.77	0
41	188.49	247	120	AN-AM	X: 687290.44 Y: 4604716.33	188.94
AP99	190.16	120	0	AN-AM. ENTR	X: 687381.41 Y: 4604637.99	0

9.1.2 LÍNEA APOYO 13 EXISTENTE-SE PI_FUENTES

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que componen el tramo aéreo de esta línea. También se muestran las coordenadas UTM (Huso 30) de cada uno de los apoyos de la línea.

TRAMO AÉREO 1'						
Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Función	Coordenadas UTM (HUSO 30)	Ángulo Relativo (gr. cent)
APOYO 13	225.51	0	53.22	AL-AM. ENTR.	X: 698801.00 Y: 4597043.00	0
1'	219.83	53.22	186	FL- ENTR.	X: 698853.88 Y: 4597048.97	182.79
2'	207.56	186	236	AN-AM	X: 699026.58 Y: 4597118.51	0
3'	208.04	236	286	AN-AM	X: 699245.37 Y: 4597206.61	191.27
4'	196.20	286	286	FL-PAS	X: 699493.19 Y: 4597348.49	0

9.2 APOYOS

Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán de celosía y estarán compuestos por perfiles angulares de lados iguales soldados o atornillados.

La cabeza del apoyo es estándar para todas las alturas. Se trata de una pieza de forma prismática o piramidal de sección cuadrada y resistencia aproximadamente simétrica en sus dos ejes principales de inercia. Se componen de cuadro montantes unidos por celosías de perfiles de lados iguales soldados o atornillados.

Los fustes de los apoyos serán una o más piezas de celosía troncopiramidal de sección cuadrada (según la altura del apoyo), formada por cuatro montantes, unidos en celosía, con angulares de lados iguales atornillados o soldados, con resistencia aproximadamente simétrica en sus dos ejes principales de inercia.

9.2.1 LÍNEA SE ALUMALSA-SE PRYDES-APOYO 99 EXISTENTE

En la siguiente tabla se indican las características generales de los apoyos seleccionados.

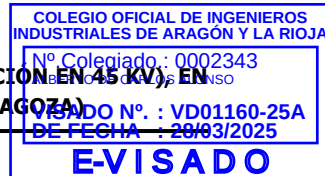
TRAMO AÉREO 1									
Nº Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo armado	Dimensiones (m)				
					"a"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
1	FL-ENTR.	AGR-18000-16	3819	S	2	2	2	3.7	16
2	AN-AM	HAR-9000-24	3744	S	2	2	2	3.7	21.72
3	AN-AM	AGR-18000-20	3745	S	2.5	2	2.5	3.7	20.5
4	AN-AM	HAR-5000-22	2456	S	2	2	2	3	20.11
5	AN-AM	HAR-7000-24	3096	S	2	2	2	3	22.14
6	AN-AM	HAR-9000-27	4256	S	2	2	2	3.7	24.1
7	FL-PAS	AGR-18000-16	3819	S	2	2	2	3.7	16

El total de kg de acero necesario para el tramo aéreo 1 son 24.935 Kg.

TRAMO AÉREO 2									
Nº Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo armado	Dimensiones (m)				
					"a"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
8	FL-PAS	AGR-18000-16	3819	S	2	2	2	3.7	16
9	AN-AM	HAR-5000-22	2456	S	2	2	2	3	20.11
10	AL-AM	HA-2000-23	1754	S	1.5	1.4	1.5	2.7	21.62

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN



TRAMO AÉREO 2									
Nº Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo armado	Dimensiones (m)				
					"a"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
11	AL-AM	HA-2000-21	1574	S	1.5	1.4	1.5	2.7	19.25
12	AL-AM	HA-2000-21	1574	S	1.5	1.4	1.5	2.7	19.25
13	AL-SU	MI-1500-22	1410	S	1.75	1.5	1.75	2.3	20.29
14	AL-SU	MI-1500-24	1542	S	1.75	1.5	1.75	2.3	22.28
15	AN-AM	HAR-2500-22	1959	S	2	2	2	3	20.12
16	AN-AM	AGR-18000-20	3709	S	2	2	2	3.7	20.5
17	AN-AM	AGR-14000-23	4551	S	2.4	2	2.4	3.7	23
18	AL-SU	MI-1500-22	1410	S	1.75	1.5	1.75	2.3	20.29
19	AN-AM	HA-6000-19	2265	S	1.5	1.4	1.5	2.7	16.56
20	AL-SU	MI-1500-20	1275	S	1.75	1.5	1.75	2.3	18.31
21	AN-AM	HA-3500-19	1808	S	1.5	1.4	1.5	2.7	16.72
22	FL-PAS	AGR-18000-16	3819	S	2	2	2	3.7	16

El total de kg de acero necesario para el tramo aéreo 2 son 34.925 Kg.

TRAMO AÉREO 3									
Nº Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo armado	Dimensiones (m)				
					"a"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
23	FL-PAS	AGR-18000-14	3519	S	2	2	2	3.7	14
24	AN-AM	HAR-7000-20	2548	S	2	2	2	3	17.69
25	AN-AM	HA-3000-19	1745	S	1.5	1.4	1.5	2.7	16.8
26	AN-AM	HAR-9000-22	3413	S	2	2	2	3.7	19.75
27	AL-SU	MI-1500-22	1410	S	1.75	1.5	1.75	2.3	20.29
28	AN-AM	HA-4500-21	2276	S	1.5	1.4	1.5	2.7	19.26
29	AN-AM	HA-4500-19	1967	S	1.5	1.4	1.5	2.7	16.77
30	AL-SU	MI-1500-22	1410	S	1.75	1.5	1.75	2.3	20.29
31	AL-SU	MI-1500-20	1275	S	1.75	1.5	1.75	2.3	18.31
32	AN-AM	HAR-9000-20	3032	S	2	2	2	3.7	17.4
33	FL-PAS	AGR-14000-14	3051	S	2	2.5	2	3.7	14

El total de kg de acero necesario para el tramo aéreo 3 son 25.646 Kg.

TRAMO AÉREO 4									
Nº Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo armado	Dimensiones (m)				
					"a"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
34	FL-PAS	AGR-18000-14	3519	S	2	2	2	3.7	14
35	AN-AM	HA-4500-16	1699	S	1.5	1.4	1.5	2.7	14.22
36	AN-AM	HAR-5000-18	1937	S	2	2	2	3	15.49
37	AL-SU	MI-1500-20	1275	S	1.75	1.5	1.75	2.3	18.31
38	AL-AM	HA-2000-14	1099	S	1.5	1.4	1.5	2.7	12.57
39	AL-AM	HA-2000-14	1099	S	1.5	1.4	1.5	2.7	12.57
40	AL-SU	MI-1500-20	1275	S	1.75	1.5	1.75	2.3	18.31
41	AN-AM	HA-4500-19	1967	S	1.5	1.4	1.5	2.7	16.77

El total de kg de acero necesario para el tramo aéreo 4 son 13.870 Kg.

El total de kg de acero necesario para los tramos de línea aérea son 99.376 Kg.

9.2.1 LÍNEA APOYO 13 EXISTENTE-SE PI_FUENTES

En la siguiente tabla se indican las características generales de los apoyos seleccionados.

TRAMO AÉREO 1'									
Nº Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo armado	Dimensiones (m)				
					"a"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
1'	FL-ENTR.	AGR-18000-14	3519	S	2	2	2	3.7	14
2'	AN-AM	HA-2000-16	1214	S	1.5	1.4	1.5	2.7	14.53
3'	AN-AM	HA-4500-21	2276	S	1.5	1.4	1.5	2.7	19.26
4'	FL-PAS	AGR-18000-14	3519	S	2	2	2	3.7	14

El total de kg de acero necesario para la línea aérea son 10.528 Kg.

9.3 ELEMENTOS DE LOS TRAMOS AÉREOS DE LA INSTALACIÓN

9.3.1 CONDUCTOR ELÉCTRICO

El conductor a emplear en los tramos aéreos de los circuitos de refuerzo de 45 kV es el 147-AL1/34-ST1A (LA-180) desnudo de aluminio-acero, tomando como referencia la norma de EDE

LNE001 "Conductores desnudos para Líneas Eléctricas de Alta Tensión, de Tensión Nominal superior a 30 kV".

El conductor utilizado cumplirá con los requisitos indicados en la norma UNE EN 50189 con el grado y la clase de recubrimiento designado ST1A. Las características principales se indican en la tabla a continuación:

Denominación	LA-180 (147-AL1/34-ST1A)
Sección aluminio, mm ²	147,3
Sección total, mm ²	181,6
Equiv. En cobre, mm ²	93
Diámetro acero, mm	7,50
Diámetro total, mm	17,50
Número de alambres de aluminio	30
Diámetro alambres de aluminio, mm	2,50
Número de alambres de acero	7
Diámetro alambres de acero, mm	2,50
Carga de rotura, daN	6.390
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km	0,1962
Masa, kg/km	676
Módulo de elasticidad, daN/m ²	8.000
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	17,8x10 ⁻⁶
Intensidad admisible, A	431

• Tense del conductor eléctrico

Las tracciones máximas a las que se someterán los conductores mantendrán un coeficiente de seguridad del conductor superior a 2,5 en todos los puntos del mismo.

Además, el tense horizontal máximo será inferior a los valores indicados en la tabla 6: Tenses Conductores Normalizados:

Tabla 6: Tenses Conductores Normalizados

CONDUCTOR	Tense horizontal (kN)		
	Zona A	Zona B	Zona C
147-AL1/34-ST1A (LA-180)	20,11	20,80	22,56

Nota: Se ha comprobado que la tracción horizontal a 15°C en zona A o 10° C en zonas B y C (EDA) no supera el 20% de la carga de rotura del conductor.

9.3.2 CABLE DE TIERRA / FIBRA ÓPTICA

Se utilizará cable del tipo OPGW según la norma EDE NNJ001 "Norma de cables compuestos de tierra-ópticos (OPGW) para líneas eléctricas de AT".

- El cable compuesto tierra/óptico está formado por un núcleo óptico central consistente en un tubo estanco de aluminio o acero inoxidable.
- En el interior del núcleo óptico central se alojarán las fibras ópticas, en dos variantes: de forma holgada agrupadas en mazos envueltos por una cinta y de forma holgada sin agrupación de fibras (sin cintas) pero con diferenciación por trazos discontinuos (anillos). El espacio de alojamiento de las fibras se rellena de un componente antihumedad de densidad y viscosidad adecuada y compatible con las fibras ópticas
- Sobre el tubo central de aluminio o acero inoxidable se cablearán una o dos capas de alambres de acero recubierto de aluminio o alambres de aleación de aluminio. La capa exterior se cablea a derechas (Z).
- El tense de los cables tipo OPGW se la calculado manteniendo una flecha máxima inferior a la del conductor de la línea, manteniendo siempre un coeficiente de seguridad superior a 2.5 en cualquier punto del mismo y un EDS inferior al 20 %.

Las características mecánicas y eléctricas del cable de fibra utilizado se muestran en la tabla a continuación:

CABLE OPGW-48 FIBRAS, Icc 17 kA/0,3 s	
Número de fibras	48
Diámetro exterior del cable (mm)	≤13,9
Diámetro alambres capa/s exterior/es (mm)	>2,73
RTS Resistencia a la tracción asignada (daN)	>5.500
MAT Máxima tensión admisible (daN)	>2.000
Masa calculada (kg/km)	<600
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	9.000<m<14.000
Coeficiente de dilatación térmica (x10 ⁻⁶ °C ⁻¹)	14<C<18
Radio de curvatura (mm)	<800
Resistencia a 20°C en corriente continua (Ω/km)	<0,45
Temperatura admisible de operación (°C)	De -30 a +70
Mínima corriente de cortocircuito para 0,3 s (kA)	17
Temperatura de cortocircuito en aluminio (I ² .t)(°C)	De +40 a +210

9.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS CRUCETAS CON CÚPULA DE CABLE DE TIERRA

Todas las crucetas permitirán la utilización de cadenas de amarre o suspensión de forma sencilla. Para ello se diseñarán con tres taladros preparados para cadenas de amarre y un taladro adicional preparado para cadenas de suspensión.

El eje de los taladros preparados para cadenas de amarre será perpendicular al plano horizontal y los taladros se dispondrán formando un triángulo isósceles horizontal con la base paralela a la dirección de la línea.

El eje del taladro preparado para cadenas de suspensión será paralelo a la dirección de la línea.

El diámetro de estos taladros estará comprendido entre 21,5 y 22 mm. a no ser que se especifique expresamente otra dimensión.

Las cabezas a utilizar serán metálicas. Se trata de una pieza de forma prismática o piramidal con sección cuadrada y resistencia aproximadamente simétrica en sus dos ejes principales de inercia. Se componen por cuatro montantes unidos por celosías de perfiles de lados iguales soldados o atornillados.

Su diseño responde a las nuevas exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, tendentes a la protección de la avifauna.

Los detalles de las cabezas de los apoyos seleccionados se muestran en el Anexo 2.1: "Cálculos justificativos".

9.3.4 MATERIALES

Los materiales utilizados en la fabricación de los apoyos cumplirán con los requisitos de los eurocódigos estructurales UNE-EN 1992-1-1:2013 "Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón." y UNE-EN 1993-1-1:2013 "Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero" y el reglamento europeo de productos de la construcción 305/2011. También se adecuarán a las normas UNE-EN 10149:2014 "Productos planos laminados en caliente de acero de alto límite elástico para conformado en frío." y UNE-EN 1090:2011 "Ejecución de estructuras de acero y aluminio."

Los materiales para perfiles de acero cumplirán la norma UNE-EN 10025 "Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.", siendo el perfil mínimo admitido el L40X40X4 en caso de apoyos atornillados y el L35X35X4 en caso de barras soldadas. El espesor mínimo de ala será 4 mm. en cualquier caso.

Los perfiles y el resto de componentes tales como presillas, montantes, casquillos y placas base, etc., serán fabricados de acuerdo a la norma UNE-EN 10056 "Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural." con acero S275 ó S355J2 de límite elástico $R = 275$ ó 355 N/mm^2 , respectivamente.

En el caso de utilizar cartelas, estas serán de un espesor igual o superior al espesor de los perfiles que unan, con un mínimo de 6 mm.

El recubrimiento superficial de todos los componentes del apoyo será el de galvanizado en caliente según norma UNE-EN ISO 1461:2010 "Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo." con un espesor local del recubrimiento mínimo de 75 µm.

En el caso de la tornillería, el espesor local del recubrimiento mínimo será de 45 µm. con un espesor medio de 55 µm.

Endesa se reserva el derecho de solicitar a los suministradores los certificados de productos, de fabricación y ensayo de todos los materiales empleados en la fabricación del apoyo.

9.3.5 UNIONES

Las uniones entre los distintos tramos del apoyo se llevarán a cabo mediante tornillería y, preferiblemente, con casquillo y cubrejuntas.

Los tornillos, tuercas y arandelas utilizados en los apoyos cumplen la norma UNE-17115:2010 con calidad 5.6 garantizada o superior.

El diámetro del agujero tendrá una holgura máxima de 1,5 mm. respecto al diámetro nominal del tornillo.

En espesores de perfiles o placas superiores a 10 mm. los agujeros deberán ser taladrados. En caso de ser necesario se punzonarán los agujeros a un diámetro inferior al nominal y posteriormente alcanzará el diámetro definitivo con taladro o escariador, pero no serán punzonados directamente.

La resistencia de las uniones y su geometría seguirán las recomendaciones indicadas en la norma UNE-EN 1993-1-8:2013 "Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-8: Uniones". En concreto se respetarán las distancias mínimas y máximas entre agujeros y al borde en perfiles atornillados.

En todo caso, se comprobará la resistencia de los tornillos al aplastamiento con los perfiles que unen usando un límite de agotamiento máximo de 2,4, expresado en función del límite de fluencia del material.

9.3.6 AISLAMIENTO, AISLADORES Y HERRAJES PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. A continuación, se especifican las características de estos elementos.

Los aisladores a instalar en el apoyo donde se realizará la variante serán del tipo polimérico, se ajustarán a las normas UNE-EN 61109:2010, UNE-EN 61466 y tomarán como referencia la norma informativa LNE002 "Norma de aisladores compuestos para líneas aéreas de AT de tensión nominal superior a 36 kV".

Las características mecánicas y dimensionales de los herrajes y accesorios, así como las características de los materiales constituyentes admitidos por EDE tomarán como referencia la norma de EDE LNE005 "Herrajes y accesorios para líneas eléctricas aéreas de alta tensión, de tensión superior a 30 kV" y la norma de EDE LNE006 "Cadenas de Herrajes para líneas aéreas de alta tensión".

• **AISLADORES**

Los aisladores utilizados serán de material compuesto de caucho silicona (composite) cuyas características mecánicas, dimensionales y eléctricas tomarán como referencia la norma EDE GSCH004 "Aisladores Compuestos para Líneas Aéreas de Alta Tensión".

El tipo de acoplamiento de los extremos serán los siguientes:

- Extremo Apoyo: Alojamiento de rótula (S) y Anilla (E).
- Extremo Conductor: Rótula (B).

La carga mecánica especificada (CME) se establecerá en función del tense nominal del conductor.

Los valores de las cargas mecánicas especificadas (CME) para cadenas de aisladores compuestos, junto con los tamaños de acoplamiento correspondientes, según la norma IEC 61466-1 serán los de la *Tabla 23*: Tamaño acoplamiento aislador de Composite

Tabla 23: Tamaño acoplamiento aislador de Composite

CME (kN)	Alojamiento Rótula & Rótula IEC 60120	Anilla IEC 61466
120	16	24

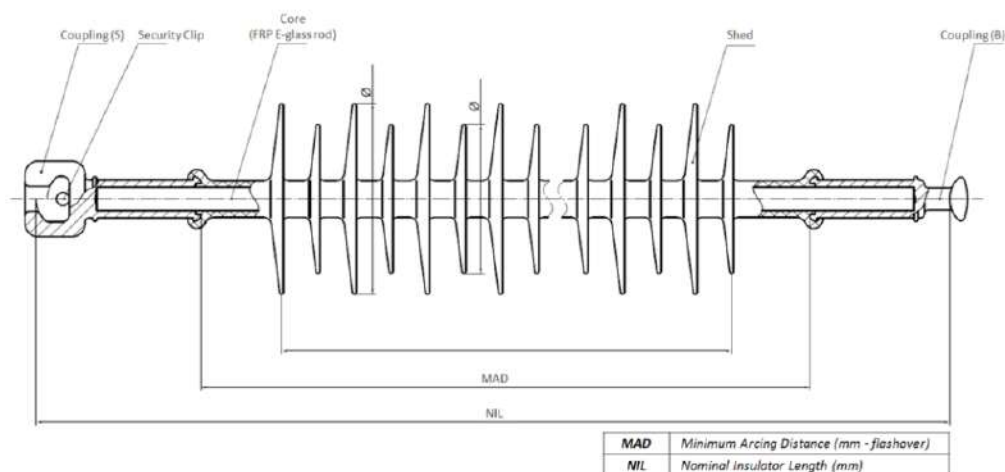
Las dimensiones de los aisladores deberán cumplir los valores mínimos indicados en la *Tabla 24*: Dimensiones de los aisladores de composite

Tabla 24: Dimensiones de los aisladores de composite

Tensión Nominal (kV)	Tensión máxima (kV)	Tensión Soportada a Impulso Tipo Rayo (kV)	Distancia de arco mínima (mm)	Diámetro máximo de aislamiento (mm)	Distancia de fuga mínima según nivel contaminación			
					Ligera (mm)	Media (mm)	Fuerte (mm)	Muy fuerte (mm)
45	52	250	435	200	832	1040	1300	1615

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo.....CS 120 EB-325/1.815
- Material.....Polimérico
- Línea de fuga (mm).....1815
- Carga de rotura (kN).....120
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV).....140
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV).....325
- Minimum Arcing Distance (MAD) (mm-flashover)570
- Nominal Insulator Length (NIL) (mm)762



Las características de las cadenas que se montarán en el apoyo a intercalar serán las siguientes:

• **CADENA DE SUSPENSIÓN ("SIMPLES")**

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

Extremo Apoyo:
A: Anilla

Extremo Conductor:
B: Rótula

ROTULA
(CEI 120) 16

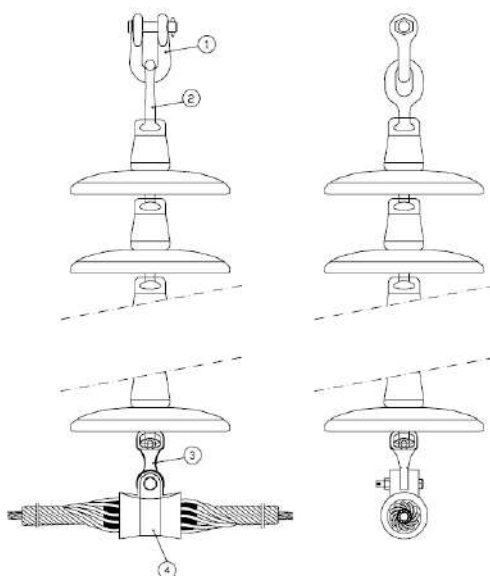
ANILLA
(CEI 61466-1:97)



**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

CADENA SUSPENSIÓN



N.	Cant.	Denominación
1	1	Grillete Normal
2	1	Anilla Bola
3	1	Rótula Corta
4	1	Grapa de Suspensión Armada

• **Longitud de la cadena de suspensión**

-Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m) 1,13

• **Herrajes para cadenas de suspensión**

A continuación, se muestran las características de los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (Kg)
Grapa de Suspensión	GS_3	1,1	8000
Grillete Recto	GN	0,45	13500
Anilla bola	AB_16	0,45	11000
Rótula corta	R-16	0,5	11000

• **CADENAS DE AMARRE ("SIMPLES")**

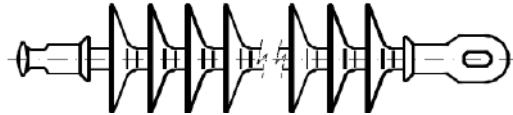
Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

Extremo Apoyo:
A: Anilla

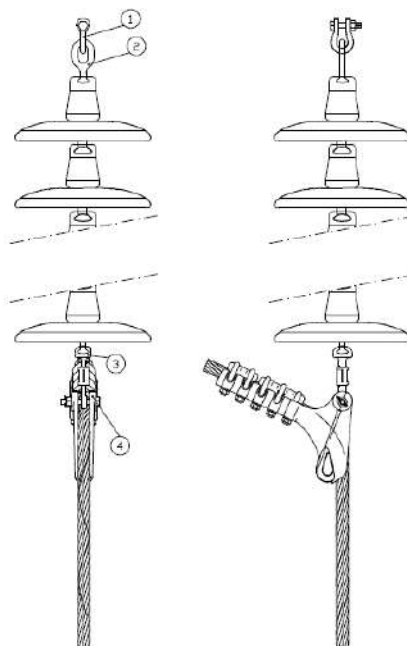
Extremo Conductor:
B: Rótula

ROTULA
(CEI 120) 16

ANILLA
(CEI 61466-1:97)



CADENA AMARRE TORNILLERÍA



N.	Cant.	Denominación
1	1	Grillete Normal
2	1	Anilla Bola
3	1	Rótula Protección Secc. Cuadrada
4	1	Grapa amarre tornillería

- **Longitud de la cadena de amarre**

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m) 1,13
- Altura del puente en apoyos de amarre (m) 1,13
- Ángulo de oscilación del puente (º) 20

- **Herrajes para cadenas de amarre**

A continuación, se muestran las características de los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto esta línea:

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV), EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (Kg)
Grapa de Amarre	GA_3	1,85	8500
Grillete Recto	GN	0,45	13500
Anilla bola	AB_16	0,45	11000
Rótula corta	R-16	0,5	11000

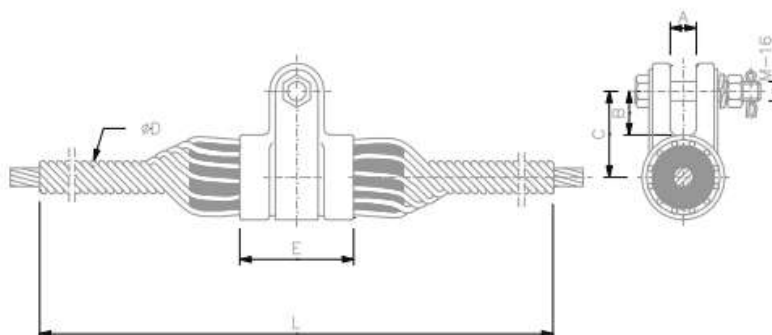
• CARACTERÍSTICAS DE LOS HERRAJES Y ACCESORIOS UTILIZADOS

Se denominan herrajes aquellos elementos necesarios para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los de fijación del cable de tierra y los elementos de protección eléctrica de los aisladores.

El resto de los elementos auxiliares de la línea se denominan accesorios.

Grapa de suspensión

GRAPA	CONDUCTOR
GSA180	LA 180, D 180, LARL 180
GSA280	LA 280, D 280, LARL 280
GSA380	LA 380, D 380, LARL 380
GSA455	LA 455, D 380, LARL 380



Referencia	A	B	C	E	D	L	Diámetro Conductor		Varillas (Nº)	Carga de Rotura mínima (daN)	Peso aprox. (Kg)
	(mm)						Min	Máx			
GSA180	22-23	32-33	47-68	85-115	4,62-6,35	1350-1457	17,50	17,75	10-12	5.500	1,56-2,94
GSA280	22-24	34-35	51-70	115	6,35	1630-1685	21,70	21,80	11-12	7.000	3,43-3,97
GSA380	22-31	34-35	62-74	115-150	6,35-7,87	1750-1968	25,3	25,4	11-13	8.800	5,3-6,25
GSA455	24-31	34-35	62-80	139-150	7,87	2080-2113	27,7	27,8	11-12	11.000	6,42-6,95

Grapa de amarre

ADMISIBILIDAD DE LOS CONDUCTORES EN GRAPAS DE AMARRE

GRAPA	CONDUCTOR
GA1	LA – 56 LARL – 56
GA2	LA – 110 LARL – 78 LARL – 145E LARL – 125 PENGUIN
CGA2	C 35 C 50 E C 70
GA3	LA – 180

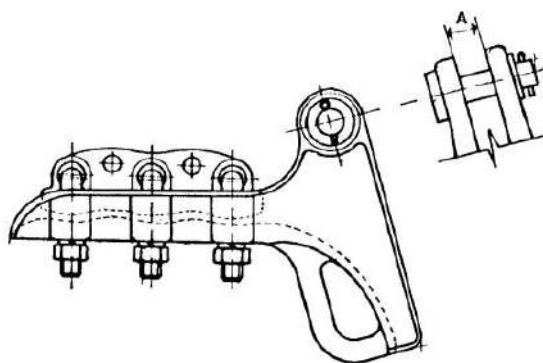
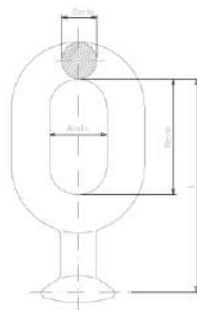


FIGURA 12.- GRAPA DE AMARRE

GRAPA DE AMARRE DIMENSIONES Y ESFUERZOS MECÁNICOS

DESIGNACIÓN	DIMENSIONES (mm)				ESFUERZOS MECÁNICOS daN	
	A		Ø ADMISIBLE CONDUCTOR		CARGA DE ROTURA MÍNIMA (daN)	CARGA DE ROTURA DE LA ANILLA SUPERIOR (daN)
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		
GA1	17,5	20	6	10	2.500	800
GA 2	18	20,5	10	16	5.500	2.000
CGA 2	13	16	5	16	5.500	2.000
GA 3	21	24	16	20	7.500	3.000

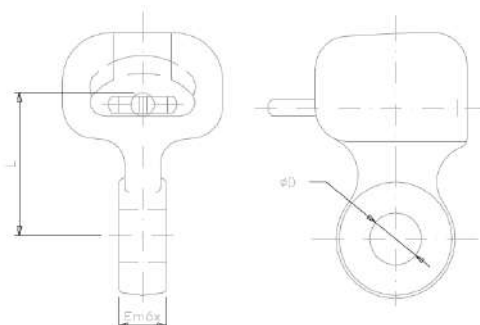
ANILLA BOLA



Las dimensiones y carga de rotura serán las indicadas en la siguiente tabla:

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCION EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)****SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN**

Referencia	Norma CEI	A mín	B	C	L	Carga de Rotura mínima (daN)	Peso aprox. (Kg)
AB16	16	24	48-52	16-18	96-110	12.500	0,40-0,45

RÓTULA CORTA

Las dimensiones y carga de rotura serán las indicadas en la siguiente tabla:

Referencia	Norma CEI	D	E*	L	Carga de Rotura mínima (daN)	Peso aprox. (Kg)
R16/16	16	17,5	16-16,5	50-55	13.500	0,54
R16/20	16	17,5	20-21	50-55	13.500	0,62
R16/24	16	17,5	23-26	50-65	13.500	0,65

*Se podrá modificar el ancho de la pastilla para adecuarlo a las piezas a las que se una la rotura al formar la cadena.

DESCRIPCIÓN DE CADENAS SEGÚN TIPO DE APOYOS

- Apoyos de fin de línea.**

En los apoyos de fin de línea se montarán los siguientes elementos:

- Cadenas simples de aisladores poliméricos, tipo CS 120 EB-325/1.815..... 3 Ud
- Grapa de amarre, tipo GA_3 3 Ud
- Grillete Recto, tipo GN 3 Ud
- Anilla bola, tipo AB_16 3 Ud
- Rótula corta, tipo R-16 3 Ud

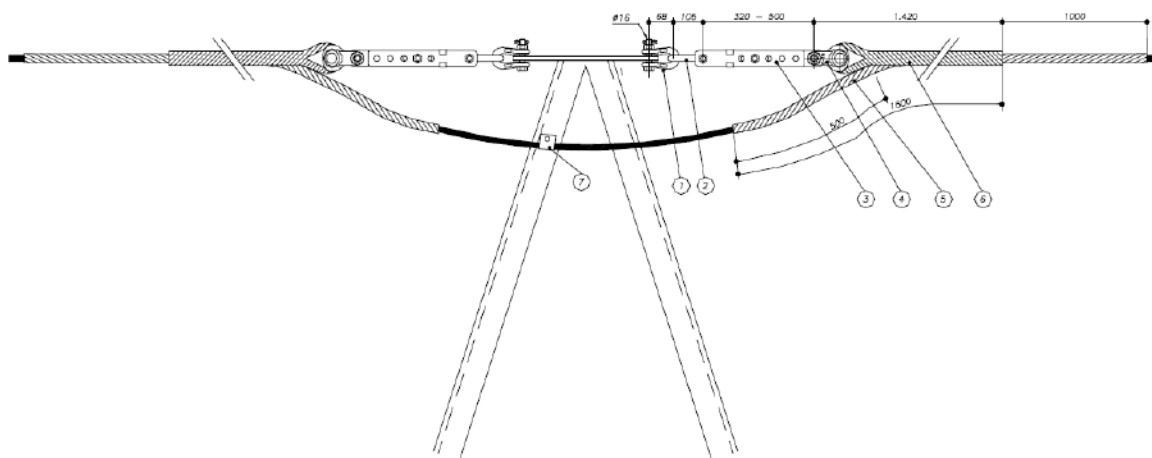
- Apoyos de alineación-suspensión.**

En los apoyos con cadena en suspensión se montarán los siguientes elementos:

- Cadenas simples de aisladores poliméricos, tipo CS 120 EB-325/1.815..... 3 Ud
- Grapa de suspensión, tipo GSA18 3 Ud
- Grillete Recto, tipo GN 3 Ud
- Anilla bola, tipo AB_16 3 Ud
- Rótula corta, tipo R-16 3 Ud

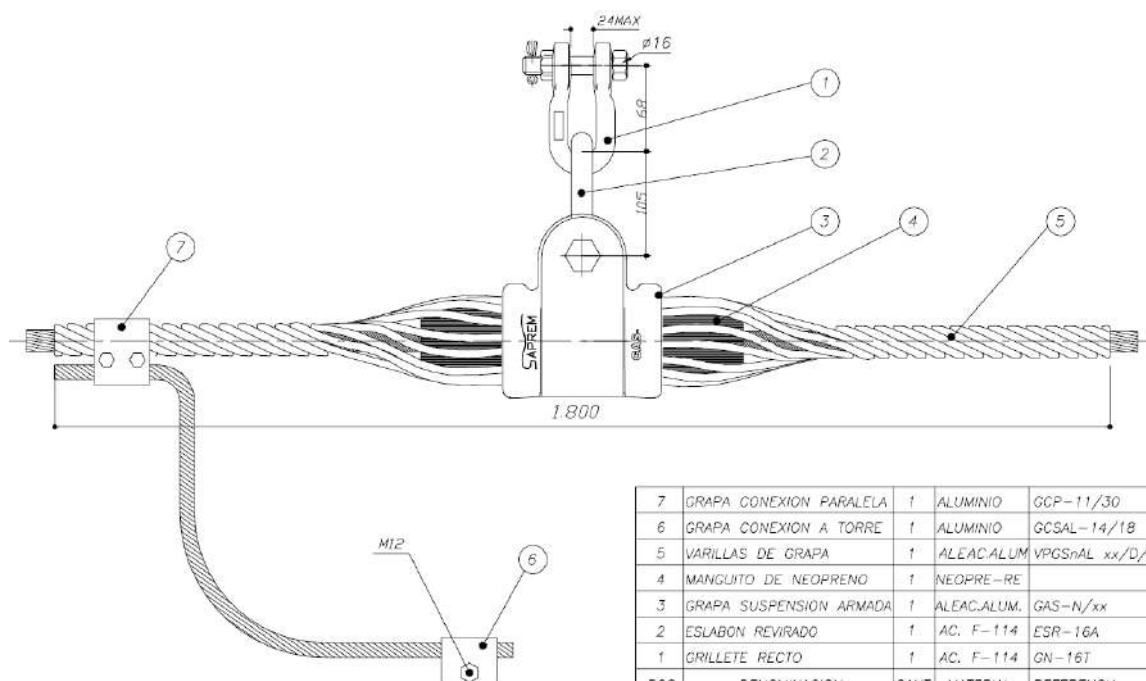
SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

7	GRAPA CONEXION A TORRE	1	ALUMINIO	GCSAL-14/18
6	RETENCION DE ANCLAJE	1	A.C.S.	RAAWFO 23,5/D/R
5	EMPALME DE PROTECCION	1	A.C.S.	EPAWFO 17/1/260
4	GUARDACABOS	1	FUND.G.E.	G-16
3	TENSOR CORREDERA	1	AC. F-114	T-1
2	GRILLETE RECTO	1	AC. F-114	ESR-16
1	GRILLETE RECTO	1	AC. F-114	CN-16T
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	REFERENCIA

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCION EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)****SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN****• CONJUNTO AMARRE DOBLE**

CARGA ROTURA HERRAJES: 140 kN.
CARGA ROTURA PREFORMADOS: >95 C.R.N. OPGW.
PIEZAS DE ACERO: GALVANIZADAS
COTAS EN mm.

7	GRAPA CONEXION A TORRE	1	ALUMINIO	GCSAL-14/18
6	RETENCION DE ANCLAJE	2	A.C.S.	RAAWFO yy/Dcha
5	EMPALME DE PROTECCION	2	A.C.S.	EPAWFO xx/1/2600
4	GUARDACABOS	2	FUND.G.E.	G-16
3	TENSOR DE CORREDERA	2	AC. F-114	T-1
2	ESLABON REVIRADO	2	AC. F-114	ESR-16
1	GRILLETE RECTO	2	AC. F-114	GN-16T
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	REFERENCIA

• CONJUNTO SUSPENSIÓN

7	GRAPA CONEXION PARALELA	1	ALUMINIO	GCP-11/30
6	GRAPA CONEXION A TORRE	1	ALUMINIO	GCSAL-14/18
5	VARILLAS DE GRAPA	1	ALEAC.ALUM	VPGSnAL xx/D/1800
4	MANGUITO DE NEOPRENO	1	NEOPRE-RE	
3	GRAPA SUSPENSIÓN ARMADA	1	ALEAC.ALUM.	GAS-N/xx
2	ESLABON REVIRADO	1	AC. F-114	ESR-16A
1	GRILLETE RECTO	1	AC. F-114	GN-16T
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	REFERENCIA

9.4 ACCESORIOS

9.4.1 CONTRAPESOS PARA PUENTES

Los contrapesos para los puentes flojos de los apoyos con cadena de amarre serán de hierro fundido, galvanizados y con un peso aproximado de 10 Kg. No deberán dañar al conductor y estarán protegidos contra la corrosión. En caso de ser necesarios, se colocarán dos por puente y conductor de fase.

9.4.2 AMORTIGUADORES

Sirven para proteger los conductores de los efectos perjudiciales y roturas prematuras por fatiga de sus alambres, que pueden producir los fenómenos de vibración eólica a causa de vientos de componente transversal a la línea y velocidades comprendidas entre 1 y 10m/s, con la consiguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica. Cumplirán la norma UNE-EN 61897.

En general y según recomienda el apartado 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D.223/2008), la tracción a temperatura de 15°C no debe superar el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

Dada la imposibilidad práctica de determinar previamente las condiciones de viento en cada vano de una línea, se adoptará siempre el uso de amortiguadores de vibración (también denominados antivibradores) como solución general para prevenir sus efectos.

El tipo y número de antivibradores a colocar, así como su posición es función del tipo de conductor y sus condiciones de tendido, requiriéndose de un estudio de amortiguamiento específico para cada vano concreto de una línea.

Cuando se requieran dos amortiguadores por vano se debe colocar uno en cada extremo.

9.4.3 SEPARADORES

Los separadores se utilizan para mantener la distancia entre conductores de una fase en un vano.

En el interior de las mordazas del separador, y en contacto con el conductor, existe un inserto de neopreno que lo protege y actúa como absorbente de los movimientos de los conductores de las fases. Las mordazas se aprietan sobre el conductor utilizando un tornillo. El par de apriete será especificado por el fabricante.

Los separadores serán de aleación de aluminio.

9.4.4 EMPALMES

La unión de conductores y cables de tierra se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 95% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, igual o menor a la de un cable de la misma longitud.

Los empalmes del cable de tierra serán de acero inoxidable.

9.4.5 BALIZAS

Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra.

Se colocarán para señalar la presencia de tendidos eléctricos en zonas con mayor densidad de tráfico aéreo, siguiendo los criterios siguientes:

- En vanos de cruce con autopistas y autovías, para prevenir accidentes de helicópteros que las recorren. Se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo.
- En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico aéreo se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 m. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo, quedando separadas en este caso 60 m. en cada hilo de tierra. En cualquier caso, se cumplirá lo que especifique la autoridad en materia de navegación aérea.

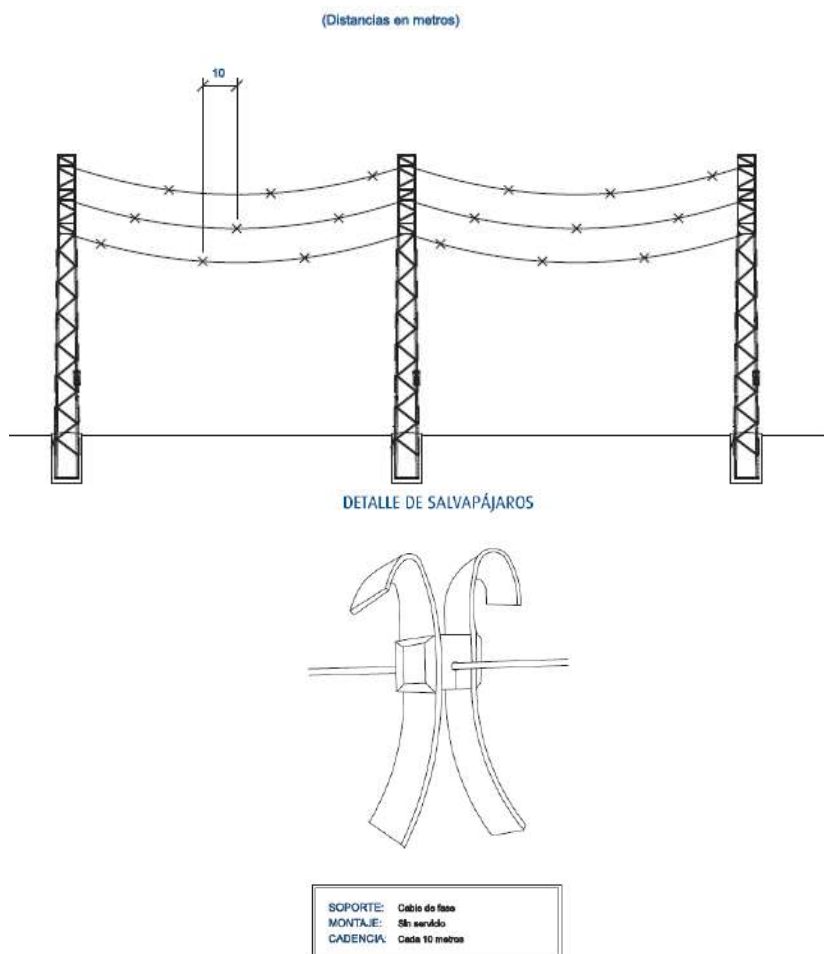
9.4.6 SALVAPÁJAROS

Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra y conductores para prevenir colisiones de aves. Se colocarán en los conductores de fase y/o de tierra, de diámetro aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo, siguiendo las recomendaciones del R.D. 1432/2008.

Serán tiras en "X" de neopreno (35 cm x 5 cm) o espirales (30 cm de diámetro por 1 metro de longitud) como medida preventiva anticolidión. Las características de estos dispositivos tomarán como referencia la norma de EDE AGD002 "Guía de soluciones para la Protección de la Avifauna en las Líneas Aéreas de Distribución".

Se admitirán otras soluciones de eficacia demostrada y aprobadas por la administración competente.

La instalación se efectuará de la siguiente manera:



9.5 ELEMENTOS ANTIESCALO

Con el objeto de dificultar el acceso a elementos en tensión, en los apoyos que se enumeran a continuación, se utilizarán un dispositivo antiescalada que cubra las cuatro caras del apoyo, siendo de los siguientes tipos:

- Apoyos frecuentados. No hay apoyos frecuentados al no haber elementos de maniobra en línea aérea ni estar próximos a caminos peatonales.
- Apoyos con apartamenta.
- Apoyos con conversión aéreo-subterránea.

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

Los sistemas antiescalada utilizados podrán ser metálicos y de poliéster reforzado.

- **Antiescalo metálico.**

Estará formado por una chapa metálica galvanizada en continuo según Norma UNE 10346, que cubrirá la parte inferior del apoyo hasta una altura mínima de 2,5 m.

- **Antiescalo de poliéster.**

Estará formado por resinas de poliéster reforzado con fibra de vidrio. La fijación de los sistemas antiescalos a los apoyos, no se realizarán por medio de taladros, remaches ni clavarlos directamente sobre los elementos estructurales del apoyo.

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

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

9.6 NUMERACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE APOYOS

Todos los apoyos irán provistos de una placa de señalización en la que se indicará: en número de apoyos (correlativos), tensión de la línea (45 kV), símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2 m.

9.7 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEO

9.7.1 GENERALIDADES

Se entiende por conversión aéreo-subterránea a aquel conjunto formado por apoyo, amarre, pararrayos, terminales, puesta a tierra, cerramiento y obra civil correspondiente que permite la continuidad de la línea eléctrica cuando ésta pasa de un tramo aéreo a otro subterráneo

La función del apoyo será siempre de fin de línea, por lo que deberán soportar las solicitudes de todos los conductores aéreos y cables de tierra en un solo sentido.

Se considerará siempre, a todos los efectos y especialmente por el diseño del sistema de puesta tierra, como apoyo frecuentado según definición de la ITC LAT 07.

Será necesaria la adaptación de las crucetas para albergar sobre ellas los terminales y pararrayos. El conductor aéreo se fijará al apoyo mediante cadenas de amarre.

Estos elementos se situarán en cada fase por debajo del punto de amarre del conductor, instalando crucetas auxiliares en caso necesario.

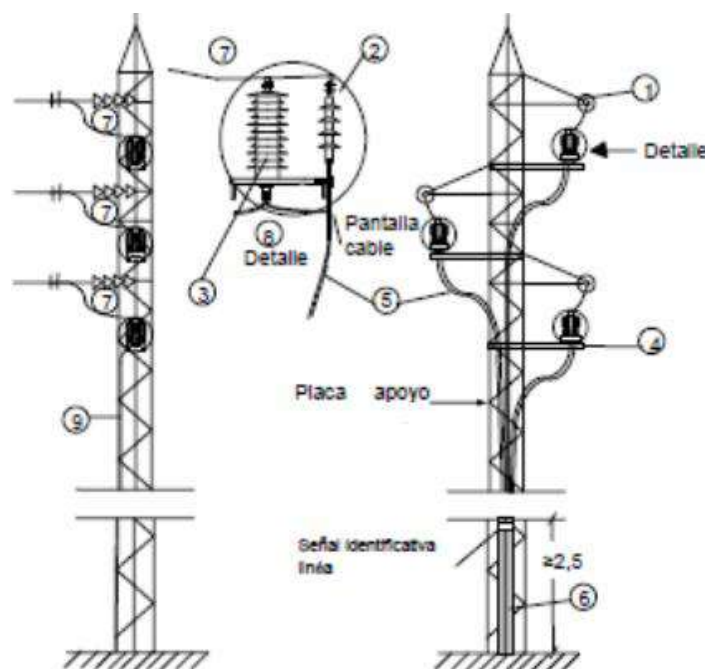
Además se añadirán sobre una cara del apoyo elementos para el soporte, guiado y protección del cable subterráneo desde la base hasta los terminales, que tomarán como referencia

las especificaciones indicadas en el estándar NDZ001 "Estándar de conversiones aéreo-subterráneas".

9.7.2 DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LAS CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEO

En los apoyos 7, 8, 22, 23, 33, 34 y 4A de tipo FL-PAS, se realizan conversiones aéreo-subterráneo, para ello se tendrán en cuenta los siguientes detalles constructivos:

- Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con bandeja que se sujetará al apoyo mediante estribos atornillados a ésta. El interior de la bandeja será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.
- En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102.
- El tubo o bandeja se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrá en la cimentación del apoyo sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno. En el caso de tubo su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de unas tres veces su profundidad.
- En los apoyos de conversión aéreo-subterráneo, se dispondrá de un sistema antiescalada, tal como se ha indicado previamente.
- Todas las conversiones a subterráneo deberán llevar una protección contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas, siendo la conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico, se colocará una línea de tierra a tal efecto a la que además se conectarán, cortocircuitadas las pantallas de los cables subterráneos.
- El tubo o bandeja de protección protegerá los conductores hasta el soporte del conductor al que irá sujeto hasta la conexión del terminal.
- Una vez que los cables abandonen la canaleta para ser dirigidos a la posición en la que se conectará a la línea aérea, serán fijados a las celosías, crucetas, etc. del apoyo mediante piezas especiales, abrazadera y tornillería (todo ello en acero inoxidable), de forma que se impida la mecanización o soldadura sobre cualquier celosía o pieza del apoyo.
- Los soportes de los terminales de los cables y pararrayos estarán a una altura mínima del suelo de 6 m, no obstante, en zonas de difícil acceso podrá reducirse la distancia anterior en 1 m.



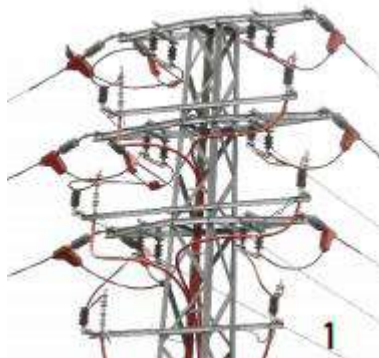
NUM.	DENOMINACIÓN ELEMENTO	CANTIDAD
1	Cruceta	3
2	Terminación de exterior polimérica	3
3	Pararrayos de óxido metálico	3
4	Cruceta recta	3
5	Cable subterráneo de AT	--- m
6	Protección mecánica $\geq 2,5$ m (canaleta metálica)	1
7	Conexión línea aérea AT	3
8	Conexión de puesta a tierra (pararrayos y cable subterráneo de AT)	-
9	Bajada del conductor de puesta a tierra	-

9.7.3 PROTECCIÓN AVIFAUNA EN CONVERSIONES

El diseño del apoyo deberá tener en cuenta los siguientes condicionantes para evitar la electrocución de aves:

- No se permite el uso de aisladores rígidos.
- Los elementos en tensión no pueden sobrepasar las semicrucetas y las cabeceras, por ello se requerirá el uso de una semicruceta auxiliar (cuarta cruceta) desde la que facilitar la llegada del conductor aéreo al conjunto de pararrayos y terminal instalados en la semicruceta inferior consecutiva. La semicruceta inferior última puede simplificarse al ser únicamente una plataforma para terminal y pararrayos.

- Entre la parte en tensión de pararrayos o terminal y la cruceta superior habrá una distancia mínima de 1,5m.
- La cadena de amarre tendrá una longitud superior a 1m.
- Todos los puentes se forrarán con aislamiento de silicona, así como las grapas, cableado y grilletes como muestra la siguiente imagen:



9.7.4 TERMINALES Y PARARRAYOS

Se instalará un pararrayos por cada terminal con objeto de proteger la línea. Estos pararrayos tomarán como referencia la norma GSCH005 – “Pararrayos de óxido metálico recubierto de material polimérico 12kV - 245 kV”.

Tras los pararrayos la conexión con el cable subterráneo se hará a través del terminal del cable y quedarán unidos mediante puente. Las grapas serán las adecuadas para los materiales. El conductor aéreo llegará primero al pararrayos.

Las características de los terminales y pararrayos cumplirán con lo especificado en la especificación “KRZ001 Especificaciones Particulares para Líneas Subterráneas de Alta tensión > 36 kV”.

• Pararrayos

En los apoyos de conversión deberá instalarse un pararrayos por cada terminal para ayudar a proteger la línea contra sobretensiones. Se utilizarán autoválvulas con las siguientes características:

Tensión asignada..... 52 kV

Tensión de servicio continuo..... 45 kV

Corriente nominal de descarga..... 10 kA

Estos pararrayos autoválvulas irán sobre los apoyos 7, 8, 22, 23, 33, 34 y 4A de FL-PAS con conversión aéreo-subterráneo.

Se instalará el contador de descargas correspondientes.

En la parte superior de las autoválvulas se instalarán protecciones para evitar el contacto de la avifauna con elementos en tensión. Para ello se utilizarán premoldeados de silicona que cumplan las siguientes características:

- Su instalación debe ser sencilla con cierre por brochetes preinstalados, no necesitando de herramientas específicas.
- Serán fáciles de trabajar por su gran ductilidad, adaptándose a la forma del terminal.
- Deberán estar dotadas de sistemas anticondensación que eliminen el exceso de agua en caso necesario.
- Serán dieléctricos de resistencia adecuada a la tensión de la red.

• Botellas terminales

Tras la protección del pararrayos, se conectará con el cable subterráneo a través del terminal del cable.

Pararrayos y terminal quedarán unidos mediante puente. Las grapas serán las adecuadas a los materiales implicados. Salvo por imposibilidad física, el conductor aéreo llegará primero al pararrayos.



Unión conductor aéreo-pararrayos-terminal

Las características del terminal serán acordes a la norma KNE003 y sus especificaciones técnicas relacionadas.

El montaje del terminal se realizará según especificaciones del fabricante.

Estas botellas terminales irán sobre los apoyos 77, 8, 22, 23, 33, 34 y 4A de FL-PAS con conversión aéreo-subterráneo.

9.7.5 DISPOSICIÓN DE LOS CABLES AISLADOS

Los cables quedarán sobre la parte central de una de las caras del apoyo. La curvatura de los cables en el tramo entre la cruceta y el cuerpo del apoyo respetará en todo momento los radios de curvatura mínimos indicados en la tabla a continuación:

Tensión nominal de la red U (kV)	Ø (m)
45	1,40

Una vez en el cuerpo del apoyo se hará uso de estructuras accesorias para el soporte de las abrazaderas o bridas de sujeción de los cables. Estas serán de material no magnético, como nylon, teflón o similar, y se situarán a lo largo del apoyo con una distancia máxima entre ellas de 1,5 metros.

En la parte inferior del apoyo se dispondrá una protección para el cable a través de tubo o canaleta metálicos para cubrir las ternas. Esta protección irá empotrada en la cimentación y quedará obturada en la parte superior con espuma de poliuretano expandido para evitar la entrada de agua. Sobresaldrá 2,5 metros de la cimentación.

9.8 CIMENTACIÓN DE LOS APOYOS

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

Las cimentaciones pueden ser monobloque o en dados separados para cada montante.

En casos especiales se utilizarán placas de anclaje para pernos, cuando los apoyos dispongan de las correspondientes uniones a placas de anclajes calculadas para soportar los esfuerzos y momentos correspondientes.

En cualquier caso las cimentaciones se calcularán para soportar los esfuerzos nominales de los apoyos, aunque podrán adaptarse a las características particulares de cada proyecto.

La cimentación de los apoyos del tipo monobloque será prismática de sección cuadrada, calculada según todo lo que al respecto especifica el apartado 3.6 de la ITC-07 del R.L.A.T., por la fórmula de Sulzberger, internacionalmente aceptada.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones.

Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia.

Las cimentaciones de los apoyos con cimentaciones del tipo "Patatas fraccionadas", compuestas de cuatro bloques independientes. La forma de estos bloques podrá ser de base cuadrada o circular y su perfil podrá tener ensanchamientos en la base de los mismos. Es necesario priorizar para apoyos de 4 patas las cimentaciones con recueva.

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

En la documentación relativa a cada apoyo se incluirán las cimentaciones necesarias para soportar los esfuerzos nominales y para terrenos con las siguientes características:

Cimentaciones monobloque:

$$K = 6, 10, 12 \text{ y } 16 \text{ daN/cm}^3$$

Cimentaciones independientes:

- Terreno flojo: Ángulo de arranque = 20º; K = 2 daN/cm²
- Terreno medio: Ángulo de arranque = 30º; K = 2,5 daN/cm²
- Terreno normal: Ángulo de arranque = 30º; K = 3 daN/cm²

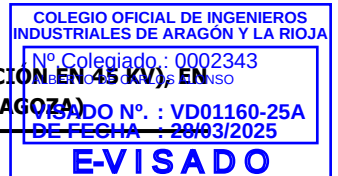
9.8.1 LÍNEA SE ALUMALSA-SE PRYDES-APOYO 99 EXISTENTE

Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos se indican en las tablas a continuación:

TRAMO AÉREO 1										
Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m ³)	Volumen Hormigón (m ³)
				a	h	b	H	c		
1	AGR-18000-16	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,35	3,5	20,04	21,29
2	HAR-9000-24	Normal	Monobloque	2,45	2,75	-	-	-	16,51	17,71
3	AGR-18000-20	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,4	4,11	20,32	21,57
4	HAR-5000-22	Normal	Monobloque	1,96	2,46	-	-	-	9,45	10,22
5	HAR-7000-24	Normal	Monobloque	2,35	2,58	-	-	-	14,25	15,35
6	HAR-9000-27	Normal	Monobloque	2,54	2,79	-	-	-	18	19,29
7	AGR-18000-16	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,35	3,5	20,04	21,29

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN



El **volumen total de hormigón** necesario para la cimentación de los apoyos de tramo aéreo 1 es de **126,72 m³**.

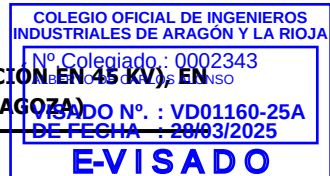
TRAMO AÉREO 2										
Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
				a	h	b	H	c		
8	AGR-18000-16	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,35	3,5	20,04	21,29
9	HAR-5000-22	Normal	Monobloque	1,96	2,46	-	-	-	9,45	10,22
10	HA-2000-23	Normal	Monobloque	1,98	1,98	-	-	-	7,76	8,54
11	HA-2000-21	Normal	Monobloque	1,88	1,95	-	-	-	6,89	7,6
12	HA-2000-21	Normal	Monobloque	1,88	1,95	-	-	-	6,89	7,6
13	MI-1500-22	Normal	Monobloque	1,85	1,91	-	-	-	6,54	7,22
14	MI-1500-24	Normal	Monobloque	1,94	1,92	-	-	-	7,23	7,98
15	HAR-2500-22	Normal	Monobloque	1,95	2,14	-	-	-	8,14	8,9
16	AGR-18000-20	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,4	4,11	20,32	21,57
17	AGR-14000-23	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,45	0,3	1,1	3,25	4,45	16,24	17,29
18	MI-1500-22	Normal	Monobloque	1,85	1,91	-	-	-	6,54	7,22
19	HA-6000-19	Normal	Monobloque	1,84	2,53	-	-	-	8,57	9,25
20	MI-1500-20	Normal	Monobloque	1,75	1,89	-	-	-	5,79	6,4
21	HA-3500-19	Normal	Monobloque	1,82	2,23	-	-	-	7,39	8,05
22	AGR-18000-16	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,35	3,5	20,04	21,29

El **volumen total de hormigón** necesario para la cimentación de los apoyos de tramo aéreo 2 es de **170,42 m³**.

TRAMO AÉREO 3										
Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
				a	h	b	H	c		
23	AGR-18000-14	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,35	3,23	20,04	21,29
24	HAR-7000-20	Normal	Monobloque	2,1	2,54	-	-	-	11,2	12,08
25	HA-3000-19	Normal	Monobloque	1,82	2,15	-	-	-	7,12	7,78
26	HAR-9000-22	Normal	Monobloque	2,35	2,72	-	-	-	15,02	16,12
27	MI-1500-22	Normal	Monobloque	1,85	1,91	-	-	-	6,54	7,22

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN



TRAMO AÉREO 3										
Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
				a	h	b	H	c		
28	HA-4500-21	Normal	Monobloque	1,93	2,39	-	-	-	8,9	9,64
29	HA-4500-19	Normal	Monobloque	1,83	2,35	-	-	-	7,87	8,54
30	MI-1500-22	Normal	Monobloque	1,85	1,91	-	-	-	6,54	7,22
31	MI-1500-20	Normal	Monobloque	1,75	1,89	-	-	-	5,79	6,4
32	HAR-9000-20	Normal	Monobloque	2,22	2,69	-	-	-	13,26	14,25
33	AGR-14000-14	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,35	0,25	1,1	3,2	3,23	15,8	16,85

El **volumen total de hormigón** necesario para la cimentación de los apoyos de tramo aéreo 3 es de **127,39 m³**.

TRAMO AÉREO 4										
Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
				a	h	b	H	c		
34	AGR-18000-14	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,35	3,23	20,04	21,29
35	HA-4500-16	Normal	Monobloque	1,74	2,3	-	-	-	6,96	7,57
36	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38	-	-	-	7,54	8,17
37	MI-1500-20	Normal	Monobloque	1,75	1,89	-	-	-	5,79	6,4
38	HA-2000-14	Normal	Monobloque	1,65	1,82	-	-	-	4,95	5,49
39	HA-2000-14	Normal	Monobloque	1,65	1,82	-	-	-	4,95	5,49
40	MI-1500-20	Normal	Monobloque	1,75	1,89	-	-	-	5,79	6,4
41	HA-4500-19	Normal	Monobloque	1,83	2,35	-	-	-	7,87	8,54

El **volumen total de hormigón** necesario para la cimentación de los apoyos de tramo aéreo 4 es de **69,35m³**.

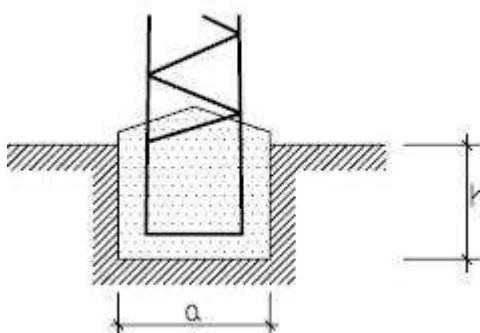
El **volumen total de hormigón** necesario para la cimentación de los apoyos de los 4 tramos aéreos es de **493,88 m³**.

9.8.2 LÍNEA APOYO 13 EXISTENTE-SE PI_FUENTES

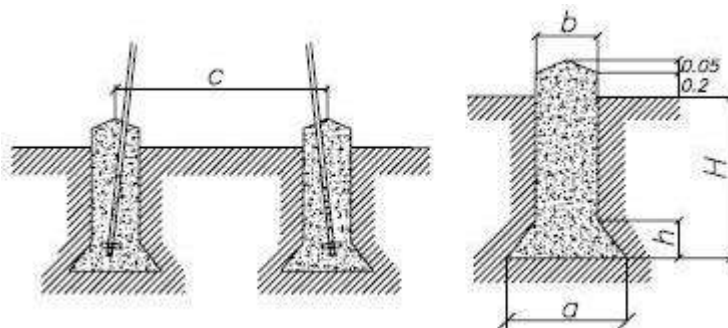
TRAMO AÉREO 1'										
Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
				a	h	b	H	c		
1'	AGR-18000-14	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,35	3,23	20,04	21,29

TRAMO AÉREO 1'										
Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
				a	h	b	H	c		
2'	HA-2000-16	Normal	Monobloque	1,71	1,87	-	-	-	5,47	6,05
3'	HA-4500-21	Normal	Monobloque	1,93	2,39	-	-	-	8,9	9,64
4'	AGR-18000-14	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,35	3,23	20,04	21,29

El **volumen total de hormigón** necesario para la cimentación de los apoyos de la línea aérea es de **58,27 m³**.



Cimentación monobloque



Cimentación tetrabloque cuadrada o circular con cueva

9.9 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/08), considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo (Asegurar en cada caso).

El sistema de puesta a tierra deberá cumplir los siguientes condicionantes:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Resistir a la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- Garantizar la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger las propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

9.9.1 CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- **Apoyos NO frecuentados**. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- **Apoyos frecuentados**. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Se considerarán apoyos frecuentados los apoyos situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Siguiendo los criterios anteriores, se enumeran a continuación los apoyos frecuentados de la línea proyectada:

Los apoyos 7, 8, 22, 23, 33, 34 y 4A de FL-PAS con conversión aéreo-subterránea.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

- Cuando se aislen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
- Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitada por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).

- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o aisladas respecto del apoyo o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

- Apoyos frecuentados con calzado (F): se considerará como resistencias adicionales la resistencia del calzado y la resistencia a tierra en el punto de contacto. Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.
- Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.): se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto considerando nula la resistencia del calzado. Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas, donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Los apoyos que sean diseñados para albergar conversiones aéreo-subterráneas deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación.

9.9.2 PUESTA A TIERRA EN APOYOS NO FRECUENTADOS

De acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, si el tiempo de desconexión automática en la línea de media tensión es inferior a 1 segundo, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

A tal efecto se podrán realizar los sistemas que se mencionan a continuación, siendo el sistema de puesta a tierra con electrodo de difusión la solución preferente.

- Electrodo de difusión: se dispondrá un electrodo de difusión por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.
- El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,8 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo. Este cable será preferentemente de Cu y 95 mm² de sección, pudiéndose admitir de acero galvanizado con sección equivalente.
- Puesta a tierra profunda: Se efectuará una perforación de 85 mm de diámetro y de unos 12 ó 14 m. de profundidad. En caso necesario se repetirá esta perforación para obtener la resistencia adecuada, la cuál se irá midiendo a medida que avance la perforación.

Se introducirá una cadena de electrodos, consistente en:

- Barra de grafito de 55 mm de diámetro por 1 m.
- Elementos de conexión del electrodo hasta llegar a la superficie.
- Relleno con mezcla de grafito polvo.
- Ánodos de Mg para protección contra corrosión de elementos metálicos enterrados.

9.9.3 PUESTA A TIERRA EN APOYOS FRECUENTADOS

Se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado, con cable de Cu desnudo y 95 mm² de sección, a una profundidad de 0,80 m alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante dos/cuatro conexiones.

A este anillo se conectarán como mínimo dos picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios. En caso contrario se adoptará alguna de las tres medidas indicadas en el apartado 6.7.1 "Clasificación de apoyos según su ubicación" del documento LRZ001 "Especificaciones técnicas particulares de líneas aéreas de alta tensión >36 kV" con el objeto de considerarlos exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto.

En todos casos la parte visible del cable de cobre hasta el punto de unión con el montante de la torre se protegerá mediante tubo de PVC rígido y en la unión con la pica enterrada se colocará pasta aislante al objeto de evitar humedad que dañe por oxidación dicha unión.

Una vez realizado el diseño del sistema de puesta a tierra se debe verificar que este diseño permita reducir los peligros motivados por una tensión de contacto excesiva.

El cálculo de la puesta a tierra de los apoyos se realiza en el apartado correspondiente del documento Anexos.

9.10 AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.

A continuación, se exponen las medidas a tomar para la prevención de la electrocución y contra la colisión según el R.D. 1432/2008 de avifauna. Se cumplirán los requerimientos indicados en el R.D. así como los especificados en la legislación de las distintas Comunidades Autónomas. En el caso de discrepancia, se seguirá el criterio más restrictivo.

9.10.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN

Tales medidas serán de obligado cumplimiento en líneas de 2ª y 3ª categoría ($V \leq 66\text{kV}$), salvo que los apoyos metálicos lleven instalados disuadores de posada de eficacia reconocida por el órgano competente.

- Se evitará en la medida de lo posible el uso de apoyos de alineación con cadenas de amarre.
- En todo apoyo con cadenas de amarre, se aislarán los puentes de unión entre los elementos en tensión. Se utilizarán cartucheras de silicona aislantes homologadas conforme a las indicaciones establecidas por el departamento de Medio Ambiente correspondiente en todos los apoyos.
- Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, etc., se diseñarán de modo que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos.
- En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados en tresbolillo o en doble circuito, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,5m.
- En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88m, salvo que se aisle el conductor central 1m a cada lado del punto de enganche (el aislamiento debe cubrir al punto de engrape).
- Longitud mínima de la cadena de suspensión: 600 mm.
- Longitud mínima de las cadenas de amarre: 1000 mm.

9.10.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LA COLISIÓN

- Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano autonómico competente.
- Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra, siempre que su diámetro no sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores se dispondrán cada 10 metros (si el cable de tierra es único), o alternadamente, cada 20 metros, si son dos cables de tierra paralelos.
- En caso de que la línea carezca de cable de tierra, si se hace uso de un único conductor por fase con diámetro inferior a 20mm, se colocarán las espirales directamente sobre dichos conductores. Se dispondrán de forma alterna en cada conductor, y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor.
- Tamaño mínimo salvapájaros: espirales con 30 cm de diámetro y 1m de longitud, o dos tiras en X de 5x35 cm.

En la línea se instalarán salvapájaros cada 10 m. en el conductor de protección.

Las características de la protección, para la prevención de la colisión de la avifauna con líneas eléctricas de alta tensión según el R.D. 1432/2008, elegida es la siguiente:

- Peso de la espiral (kg): 0,6

- Distancia entre espirales (m): 20
- Peso del manguito de hielo en zona B (m): 1,25
- Peso del manguito de hielo en zona C (m): 2,5
- Área de exposición al viento (m²): 0,018

9.11 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el apdo. 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

9.11.1 GENERALIDADES

En ciertas situaciones especiales, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, deberán cumplirse las prescripciones especiales que se detallan en este capítulo.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificadas, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En aquellos tramos de línea en que, debido a sus características especiales, haya que reforzar sus condiciones de seguridad, será preceptiva la aplicación de las siguientes prescripciones.

a) Ningún conductor tendrá una carga de rotura inferior a 1.200 daN en líneas de tensión nominal superior a 30 kV, ni inferior a 1.000 daN en líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV. Los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce.

b) Se prohíbe la utilización de apoyos de madera.

c) Los coeficientes de seguridad en cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25 % superiores a los establecidos para la línea.

d) La fijación de los conductores al apoyo podrá ser efectuada con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25 % superiores a los establecidos, o con una cadena de suspensión doble.

A efectos de aplicación en las distancias siguientes, Del es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra, y Dpp es la

distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase. Sus valores están indicados en la tabla 15 de la ITC-LAT 07.

9.12 INDICACIONES PARA EL CÁLCULO DE LAS CURVAS DE TENDIDO

Según el apartado 3 del ITC-LAT 07, los cálculos mecánicos de los elementos constituyentes de la línea se efectuarán bajo la acción de cargas y sobrecargas indicadas en dicho reglamento.

Las cargas y sobrecargas a considerar son las siguientes:

Cargas permanentes

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso propio de los distintos elementos.

Fuerzas del viento sobre los componentes de las líneas aéreas

Se considera un viento mínimo de referencia de 120 Km/h y actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide. Esto se resume en las siguientes presiones sobre los distintos elementos de la línea:

- 50 kg/m² sobre el conductor 147-AL1/34-ST1A (LA-180) ya que su diámetro es superior a 16 mm.
- 70 kg/m² sobre aisladores y herrajes.
- 100 kg/m² sobre la cruceta.
- Sobre estructuras de celosía de cuatro caras.
 - Cara de barlovento $160(1-\eta)$ kg/m².
 - Cara de sotavento $160(1-\eta)$ kg/m².

Siendo η el coeficiente de opacidad, relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta, siendo su máximo valor de 0,5.

Para el cálculo del apoyo a emplear será necesario el calcular el efecto del viento sobre sí mismo, ya que el fabricante no da la resistencia de los apoyos libre del efecto del viento, sí será necesario su cálculo para el cálculo de cimentaciones.

Para la aplicación de esta sobrecarga de viento no se tendrá en cuenta el efecto el efecto pantalla entre conductores.

Sobrecargas motivadas por el hielo

El país se clasifica en 3 zonas:

- Zona A: situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.
- Zona B: situada en una altitud entre 500 y 1000 metros sobre el nivel del mar.
- Zona C: Situada a una altitud superior a 1000 metros sobre el nivel del mar.

La línea proyectada está situada en zona A, por lo que no se considerarán Zonas de Hipótesis por Hielo.

Los cálculos mecánicos de la línea están justificados en el apartado 2 del "documento 2 anexos: 2.1 cálculos justificativos".

- El apartado 2 del art. 27 del RLAT, aconseja atenerse a las recomendaciones del CIGRE en lo referente a fenómenos vibratorios. Según el CIGRE CE nº 6, el valor recomendado de EDS para una línea de aluminio acero no protegida con antivibradores, es de 15 % y 22,5 % para CHS.
- **Sobrecargas motivadas por la nidificación de cigüeñas**

Debido a la elevada presencia de cigüeñas en la zona, todos los apoyos de los tramos aéreos se han diseñado como apoyos reforzados, lo que implica que durante su cálculo se han aplicado las hipótesis de cálculo considerando un esfuerzo un 25% mayor acorde a un coeficiente de seguridad mínimo de 1,875.

Por ello, los apoyos utilizados serán capaces de soportar los esfuerzos provocados por los conductores junto con los esfuerzos provocados por la presencia de nidos.

9.13 EFECTO CORONA

En las líneas de tensión nominal entre 30 kV y 66 kV, ambas inclusive, que puedan estar próximas al límite inferior de dicho efecto, deberá realizarse la citada comprobación.

La comprobación de pérdidas por efecto corona se ha realizado en el documento 2.1: "Cálculos justificativos", donde se comprueba que no existen pérdidas por efecto corona.

9.14 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados

por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren próximas a edificios de otros usos.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 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 emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de las instalaciones. Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición al tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.
- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.

En el apartado 3.1, del R.D. 1066/2001, los niveles de campo de referencia para campos eléctricos y magnéticos son los siguientes:

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0.025-0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0.8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Que en el caso que nos ocupa la densidad de flujo magnético o inducción magnética es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En espacio libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia $1 \text{ A/m} = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

Así, según la tabla anterior, para una frecuencia de 50 Hz, que es la empleada en electricidad, el nivel de referencia del Campo B será:

$$B \leq \frac{5}{f} = \frac{5}{0,05 \text{ kHz}} = 100 \mu\text{T}$$

En el apartado correspondiente del Anexo 2.1 de cálculos, se detalla un apartado de cálculos de campos electromagnéticos en diversos puntos de la línea aero-subterránea, donde en ningún caso se supera este nivel de referencia. Dichos cálculos se complementan con software de simulación por elementos finitos.

10 DESCRIPCIÓN TRAMOS SUBTERRÁNEOS A 45 KV

10.1 GENERALIDADES

10.1.1 LÍNEA SE ALUMALSA-SE PRYDES-APOYO 99 EXISTENTE

Los tramos subterráneos correspondientes a la línea se describen a continuación:

- **Tramo subterráneo 1** – subterráneo: Salida desde apoyo 7 PAS hasta su llegada al apoyo 8 PAS a lo largo de 799,74 metros horizontales.
- **Tramo subterráneo 2** – subterráneo: Salida desde apoyo 22 PAS hasta su llegada a la Subestación Prydes, donde realiza una entrada-salida y continúa hasta el apoyo 23 PAS en una zanja de 170,60 metros hasta la subestación y 245,84 metros hasta finalizar el tramo.
- **Tramo subterráneo 3** – subterráneo: Salida desde apoyo 33 PAS hasta su llegada al apoyo 34 PAS a lo largo de 1.071,94 metros horizontales.

10.1.2 LÍNEA APOYO 13 EXISTENTE-SE PI_FUENTES

El tramo subterráneo de la línea se describe a continuación:

- **Tramo subterráneo 1'**. Este tramo tiene su origen en el apoyo 4' de conversión aéreo-subterránea (Punto B') en el polígono 203, parcela 27 del término municipal de Fuentes de Ebro (Zaragoza), y recorre 760,81 metros horizontales por canalización entubada hasta llegar a la SET Pi_Fuentes, en CR CASTELLON en el término municipal de Fuentes de Ebro (Zaragoza).

El conductor utilizado en todos los tramos subterráneos es el tipo **RHZ1-RA+20L (S) 26/45 kV 3x(1x400) mm² AL + H50 Cu** y transcurre por una canalización bajo tubo hormigonada en 3 tubos de 160 mm de diámetro, donde la parte más alta del tubo más elevado estará a >0,85 m. La profundidad de la zanja será de 1,25 m y la anchura será de 0,60 m para tramos de un solo circuito y de 1,5 para tramos de 2 circuitos.

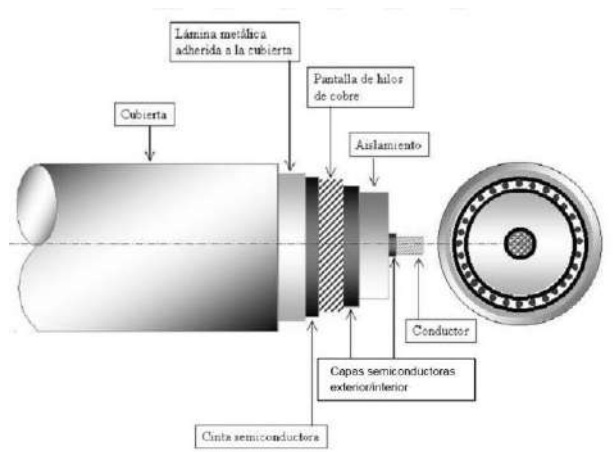
La potencia máxima de la línea, atendiendo a la capacidad térmica de los distintos conductores empleados, para una tensión de 45 kV, según lo indicado en la normativa correspondiente será la siguiente:

Conductor	Potencia máxima
RHZ1-RA + 20L (S) 26/45 kV 3x(1x400) mm ² AL + H50 Cu	42.000 kVA

10.2 CABLES DE ALIMENTACIÓN UTILIZADOS

El conductor empleado en los tramos subterráneos de los circuitos de refuerzo de 45 kV es del tipo RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV según IEC 60228 la norma UNE-50182 con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cumpliendo con la norma EDE *KNE001 para "Cables subterráneos de Alta Tensión"*, con las siguientes características:

- Conductor: conductor de aluminio de sección circular compacta con obturación longitudinal para secciones menores o iguales a 1000 mm², y segmentado, de acuerdo con la norma UNE-EN 60228.
- Semiconductor interior: formado por una capa de compuesto semiconductor extruido dispuesto sobre el conductor. De esta forma se consigue uniformar el campo eléctrico a nivel de conductor y se asegura que presente una superficie lisa al aislamiento.
- Aislamiento: Compuesto de XLPE reticulado en atmósfera de N₂ y sometido a control de ausencia de contaminaciones.
- Semiconductor exterior: Capa de compuesto semiconductor extruido sobre el aislamiento y adherido al mismo para evitar la formación de una capa de aire ionizable entre la pantalla y la superficie de aislamiento.
- Proceso de extrusión: La extrusión se debe realizar sobre un cabezal triple, donde se aplican las 3 capas extruidas (semiconductor interior, aislamiento y semiconductor exterior) en el mismo momento. Esto garantiza interfases lisas entre el aislamiento y las pantallas semiconductoras que es esencial en cables de AT. La reticulación se realiza en seco en atmósfera de gas inerte (N₂) para evitar el contacto con el agua durante la fabricación.
- Material obturante: Incorporación de material absorbente de la humedad para evitar la propagación longitudinal de agua entre los alambres de la pantalla.
- Pantalla metálica: Pantalla de alambres de cobre.
- Contraespira: Cinta metálica de cobre cuya función es la conexión equipotencial de los alambres.
- Cubierta exterior: Cubierta exterior de poliolefina (PE) tipo ST7 con lámina de aluminio longitudinalmente solapada y adherida a su cara interna para garantizar la estanqueidad radial. La cubierta será de color negro y estará grafitada, para poder realizar el ensayo de tensión sobre la cubierta del cable.
- Consideraciones frente al fuego: Debido a su composición, los cables serán exentos de halógenos. Además, serán no propagadores de la llama y con las características frente al fuego requeridas en la normativa vigente.



Sus principales características son las siguientes:

<u>RHZ1-RA+20L (S) 26/45 kV, 400 mm² + H-50</u>		
TENSIÓN NOMINAL		45 kV
CABLE NORMALIZADO		1x400mm² Al XLPE
CARACTERÍSTICAS NOMINALES		
Tensión U ₀	kV	26
Tensión U _m	kV	52
Aislamiento a impulso rayo	kV	250
CONDUCTOR		
Material		Al
Sección	mm ²	400
Diámetro exterior	mm	23,5
(Tolerancias)	mm	23,2-23,9
Resistencia cc a 20°C	Ω/km	0,0778
Tipo de Cuerda		UNE 60228, clase 2 compactada
PANTALLA SOBRE EL CONDUCTOR		
Material		Mezcla extrusionada conductora
Espesor	mm	1,2
Diámetro exterior	mm	25,9
AISLAMIENTO		
Material		Polietileno reticulado (XLPE)
Espesor	mm	7
Diámetro exterior	mm	40
(Tolerancias)	mm	39,4 -41,0
PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO		
Material		Mezcla extrusionada
Espesor	mm	1
Diámetro exterior	mm	42
PANTALLA METÁLICA		
Material y tipo		Pantalla de hilos de Cu

INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 kV) EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

Nº hilos *		53
Diámetro hilo *	mm	1,09
Sección	mm ²	50
Resistencia cc a 20°C	Ω/km	0,357
BARRERA NO PROPAGACIÓN AGUA		
Material		Cinta conductora hinchable
Espesor (*)	mm	0,4
CUBIERTA EXTERIOR		
Material capa metálica impermeab.		Cinta longitudinal Cu o Al
Espesor capa metálica	mm	0,1
Material		Poliofelina ST7 grafitada o capa semiconductor resistente a la llama
Espesor	mm	3
Diámetro exterior *	mm	51,5
Color		Negro
Radio curv. durante tendido*	mm	1030
Radio curvatura acabado *	mm	772
Peso del cable aproximado	Kg/m	4

(*) Valores orientativos, a definir por fabricante

Atendiendo a la norma EDE *KNE001 para "Cables subterráneos de Alta Tensión"*, las intensidades máximas admisibles en régimen permanente son las siguientes:

Tensión (kV)	Sección (mm²)	1 circuito por zanja		2 circuitos por zanja	
		Conexión rígida a tierra	Conexiones especiales	Conexiones especiales	Conexión rígida a tierra
45	400 Al	37MVA / 472A	42MVA / 537A	32MVA / 415A	37MVA / 473A

10.3 CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Las comunicaciones a implementar en líneas con cable subterráneo se basan en fibra óptica tendida conjuntamente con el cable. Las líneas con cable subterráneo no pueden soportar comunicaciones mediante ondas portadoras a causa de la elevada capacidad de este tipo de cables.

En el caso de que la línea con cable subterráneo corresponda a un soterramiento parcial de línea aérea y dicha línea disponga de fibra óptica, se deberá conectar a la fibra óptica de la instalación subterránea. Las soldaduras entre los distintos tramos de fibra (aéreo y subterráneo) deberán ubicarse en dispositivos registrables. Se dejará un sobrante de cable óptico de unos 10 m. El cable quedará enrollado, en posición horizontal y sujeto a la primera base con los extremos sellados.

El cable de fibra óptica está formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección anti-roedores.

Está compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas.

Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.

Las Características mecánicas y eléctricas del cable se muestran en la siguiente Tabla tomando como referencia la norma de EDE *NNJ003 "Norma de cables ópticos subterráneos"*. Si alguna característica entra en conflicto con la correspondiente Norma de referencia ITU-T, prevalecerá el valor más exigente.

CARACTERÍSTICAS CABLE DE 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 +70°C
Tipos de fibra (norma de referencia)	Monomodo convencional (ITU-T G.652.D)

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

10.4 EMPALMES

En aquellos casos en los que la longitud de la línea subterránea obliga a unir distintos tramos de conductores subterráneos, estos se conectarán por medio de empalmes compuestos por un cuerpo premoldeado que se instala encima de los dos extremos de cable para asegurar la continuidad del aislamiento principal.

Los empalmes no limitarán la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga. Para ello, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, realizándose con elementos de unión de tal naturaleza que no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Del mismo modo, los empalmes admitirán las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

Para asegurar una correcta compatibilidad entre el cable y los empalmes a la hora del montaje en la instalación, los diámetros nominales y las tolerancias de fabricación, tanto del conductor como del aislamiento, deberán adecuarse a los valores especificados en la Tabla 1: Características de los Cables Subterráneos.

Los empalmes constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte mecánica; constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del cable en ambos extremos del empalme y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte eléctrica; constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del empalme y en las zonas de transición entre el empalme y el cable.

En relación a la forma en la que se realiza la conexión, los empalmes pueden ser directos, para conexiones rígidas a tierra de las pantallas del cable, o preparados para cruzamiento de pantallas en conexiones especiales.

En base a esto, se pueden encontrar tres tipos de empalmes, que serán de utilización en los siguientes niveles de tensión:

Tipos de EMPALMES	Tensión		
	45 Kv	66 Kv	132 kV
Termo-retráctiles	X	X	
Premoldeados de una sola pieza	X	x	X
Prefabricados de tres piezas			X

Se definen a continuación las características de los distintos tipos de empalme, que toman como referencia la norma de EDE KNE002 de "Empalmes para tensiones desde 45kV a 220kV":

EMPALMES TERMO-RETRÁCTILES

En estos empalmes termo-retráctiles, la unión de la parte conductora se hace mediante un conector a presión con pernos que disponen de una cabeza que se autocizalla al alcanzar el par de apriete requerido para garantizar la conexión eléctrica prefijada.

Sobre el conector y los extremos del semiconductor exterior del cable se aplica un tubo termorretráctil que uniformiza el campo eléctrico. Se aplican a continuación otros dos tubos termorretráctiles, el primero de material de aislamiento y el segundo que incorpora el material de aislamiento en el interior, y una capa semiconductor externa en el exterior.

Todo el empalme se recubre con una malla de cobre estañado y se da continuidad a la pantalla mediante casquillo de compresión. Finalmente se reconstituye la cubierta exterior mediante la aplicación de un último tubo termorretráctil con adhesivo en su cara interna para garantizar una estanqueidad perfecta.



Empalmes termo-retráctiles

Las características del empalme escogido se indican a continuación:

EMPALME RAYCHEM TERMO-RETRÁCTIL PARA CABLES POLIMÉRICOS DE 45/66 kV

La junta se basa en un termorretráctil diseñado para clases de tensión de hasta 72,5 kV. Los diseños se pueden adaptar en función de la cubierta metálica del conductor.

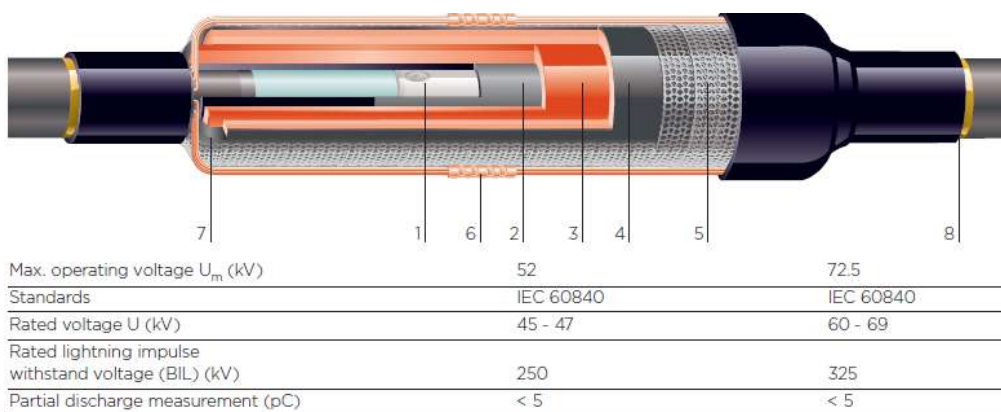
Características:

- Diseño compacto y modular.
- Manguitos de control de tensión termorretráctiles.
- Conector controlado por par.
- La junta encaja en todo tipo de construcción de cable polimérico.
- Concepto probado de continuidad del blindaje.
- Dimensión de reducción corta.
- Posible transición de tamaño del cable.

INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 kV) EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

- Resistente a agua y corrosión.
- Fácil y rápido de instalar.
- No requiere herramientas caras ni especiales.
- Componentes ligeros.
- Tiempo de vida de almacenamiento ilimitado bajo condiciones normales.
- Pocos residuos para su eliminación.
- Testeado según IEEE 48 e IEC 60840.
- Fabricado según ISO 9001 e ISO 14001.



10.5 TERMINALES

Los terminales se instalan en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica de éste con otras partes de la red, manteniendo el aislamiento hasta el punto de la conexión.

Los terminales no deben limitar la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga, dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas.

Tabla 7: Temperaturas máximas admisibles en el conductor

Compuesto aislante	Temperatura máxima del conductor		
	Funcionamiento normal	Sobrecarga de seguridad (1)	Cortocircuito (duración máxima 5s)
Polietileno reticulado (XLPE)	90	100	250

(1) La duración media de las sobrecargas anuales durante la vida de un cable no puede exceder las 72 horas, sin que se puedan superar las 216 horas dentro del mismo periodo.

Del mismo modo, los terminales deben admitir las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

Los terminales constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte mecánica; constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del cable al terminal, y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte eléctrica; constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del terminal y en las zonas de transición entre el terminal y el cable.

En función de la topología de la línea subterránea, se pueden encontrar tres tipos de terminales para los cables de alta tensión:

- Terminales de exterior, diseñados para ser instalados en el exterior de subestaciones y apoyos cuando los cables subterráneos se han de conectar a líneas aéreas.

Los terminales para exterior pueden ser, a su vez, de dos tipos:

- a. Termo-retráctiles (para tensiones de 45 y 66 kV).
 - b. Premoldeados con aisladores de material composite (para tensiones de 45, 66 y 132 kV).
- Terminales GIS o SF6, utilizados cuando la instalación acaba en una instalación blindada.
 - Terminales inmersos en aceite, empleados cuando los cables acaban en conexión a un transformador a través de un tanque montado en el lateral del mismo.

Terminales Premoldeados de Exterior de Composite.

En este tipo de terminales de exterior, el aislamiento externo es un aislador de composite anclado a una base metálica de fundición, que a su vez está soportada por una placa. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en la estructura metálica donde se instala el terminal (torre, pórtico...).

Para asegurar el control del campo eléctrico que aparece en la interfase entre el cable y el terminal, se emplea un cono deflector elástico preformado que queda instalado dentro del aislador.

En el extremo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Este tipo de terminal permite aislar la pantalla del soporte metálico, lo cual es necesario para las conexiones especiales de pantallas flotantes en un extremo. Asimismo, se pueden realizar ensayos de tensión de la cubierta para mantenimiento.

La conexión del conductor del cable a su conector se hace por medio de manguitos de conexión a presión. Esta conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

La pantalla se conecta a la base metálica, de donde se deriva la conexión a tierra. Las tomas de tierra deben permitir la conexión a tierra de la pantalla del cable y deben estar dimensionadas para poder derivar las corrientes de cortocircuito definidas para el cable, indicadas en el apartado correspondiente del documento de Anexos. Así mismo deben ser accesibles para permitir su desmontaje en caso de necesidad.

Los terminales de composite tendrán un diseño que no requiera control de presión ni control de nivel si llevan fluido aislante, aceite de silicona o similar, en su interior.

En presencia de contaminación, la respuesta del aislamiento externo del terminal a las tensiones a frecuencia industrial cobra una importancia capital, lo que debe tenerse en cuenta en su diseño.

Se especifican cuatro niveles cualitativos de contaminación, en base a la norma UNE 21-062-80/2, para las que se exigen unas líneas de fuga mínimas de los terminales.

La línea de fuga de estos terminales ha de estar de acuerdo con la Tabla 8: Líneas de fuga recomendadas en la que se especifican, para cada nivel de contaminación, las líneas de fuga mínimas exigibles.

Tabla 8: Líneas de fuga recomendadas

Nivel de Contaminación	Línea de fuga específica nominal mínima (mm/kV)	Equivalencia con IEC/TR60815
<i>Zona Normal</i>	20,0	II Medio
<i>Zona de contaminación industrial</i>	25,0	III Fuerte
<i>Zonas de alta contaminación salina</i>	31,0	IV Muy Fuerte
<i>Zonas de muy alta contaminación salina</i>	35,0	No tiene equivalencia

El aislamiento externo soportará la tensión más elevada de la red en condiciones de contaminación continua.

En la Figura 5 se pueden ver las principales partes de este tipo de terminales:

- Placa de soporte
- Cono deflector
- Aislador
- Aceite de silicona
- Pantalla de protección contra descargas
- Conector
- Dispositivos de estanqueidad

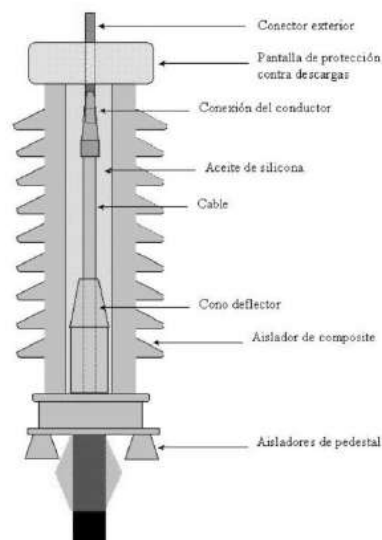


Figura 5: Terminal premoldeado de composite

Este tipo de terminales se utilizarán en las conversiones aero-subterráneas de la línea.

Terminales GIS o SF6.

Este tipo de terminales son requeridos para la conexión en las cámaras GIS de SF6, y deben estar diseñados para que la interfase entre el Terminal y la GIS esté de acuerdo con la Norma IEC 62271-209.

Los terminales son encapsulados en resina, con cono deflector preformado. La conexión de la pantalla a la base metálica del aislador se hace normalmente por soldadura.

La conexión del conductor se hace por medio de un conector tipo bayoneta y estará diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito. El cono deflector es una pieza prefabricada que se desliza hasta su posición final. El conector exterior está embebido en el aislador de resina.

Los sistemas de estanqueidad deben asegurar que no haya contaminación por penetración del gas SF6 en el interior del terminal.

Los terminales GIS serán de diseño "seco", no necesitando estar rellenos de aceite de silicona y no requiriendo la monitorización alguna de los niveles de aceite durante su servicio.

Este tipo de terminales se utilizarán en la entrada y salida de la subestación SET Prydes.

10.6 PARARRAYOS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas, se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos de los cables unipolares, en las conversiones aero-subterráneas. Estos elementos se dispondrán entre el tramo aéreo y el terminal.

Serán de óxido de zinc, como elemento activo, y en cada una de las autoválvulas instaladas se dispondrá un cable de puesta a tierra aislado independiente en el que se instalará un contador de descargas.

La conexión a tierra del pararrayos no podrá efectuarse a través de la estructura del propio apoyo, sino que dispondrá de una línea de tierra propia. De esta forma se minimiza la impedancia en caso de descarga. El conductor cumplirá la norma de cable unipolar definida en el Apartado 5.5 Cables de puesta a tierra.

Las características exigidas a los pararrayos serán las siguientes, y tomarán como referencia las normas de EDE GSH005 y SNE020 "Norma de Pararrayos de Óxido de Zinc 45 kV":

Tabla 14: Características de PARARRAYOS de Óxido de Zinc

PARARRAYOS DE OZN					
Tensión de Red		45 kV	66 kV	110 kV	132 kV
Aislamiento exterior		Material polimérico			
Tensión de servicio continuo U_c	kV	34	48	77	92
Tensión asignada U_r	kV	42	60	96	120
Corriente de descarga nominal con onda 8/20 μs	kA	10			
Clase de descarga de línea		2	3		
Nivel de aislamiento externo frec indust / tipo rayo	kV/kV	95/250	140/325	275/650	275/650
Corriente de prueba del limitador de presión 0,2 seg	kA	25	31,5		
Tensión residual máxima con onda de corriente 1/5 μs y 10 KA	kV	< 155	< 222	< 355	< 444
Tensión residual máxima con onda de corriente 8/20 μs y 10 kA	kV	< 138	< 198	< 317	< 396
Tensión residual máxima con onda de corriente 30/60 μs y 1000 A	kV	< 109	< 156	< 249	< 312
Funcionamiento con impulso tipo rayo 8/20 μs	kA	10			
Impulso de corriente de gran amplitud onda 4/10 μs	kA	100			
Variación Tensión residual antes y después de impulso de corriente larga duración (2400 μs)		<5%			
Requerimientos mecánicos	daN	50	50	100	100
Línea de fuga mínima fase tierra nivel de polución III fuerte	mm	1.300	1.813	3.625	3.625
Línea de fuga mínima fase tierra nivel de polución IV muy fuerte	mm	1.612	2.248	4.495	4.495

10.7 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA Y DESCRIPCIÓN

En las redes subterráneas se conectarán a tierra los siguientes elementos:

• Apoyos de conversión aéreo-subterránea.

Se realizará la puesta a tierra del propio apoyo con paso aéreo-subterráneo y de los elementos instalados en el mismo. Dicha puesta a tierra se dimensionará según requerimientos de resistencia mecánica y térmica, corrosión, seguridad de personas y protección frente a rayos, tal como se exige en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 y lo especificado por EDE en la especificación "LZ001 Especificaciones Particulares para Líneas Aéreas de Alta Tensión > 36 kV".

• Autoválvulas

Para cada una de las autoválvulas instaladas se dispondrá un cable de puesta a tierra aislado independiente en el que se instalará un contador de descargas. El conductor a instalar cumplirá la norma de cable unipolar y las características indicadas en el presente apartado, con aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina.

La conexión no se podrá ejecutar a través de la estructura del propio apoyo, sino que dispondrá de una línea de tierra propia. El tendido de esta línea seguirá la trayectoria más directa, evitando en todo momento que se formen bucles o espiras alrededor de la estructura del apoyo y teniendo especial cuidado en aislar correctamente el cable para que no se produzcan contactos con la estructura o efectos coronas.

Las puestas a tierra de los pararrayos de cada fase podrán juntarse en una única línea de tierra que se unirá con el cable de salida de la caja de conexión de las pantallas conectándose desde ahí al sistema de tierra del apoyo.

• Pantallas metálicas de los conductores.

La principal función del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas de los conductores es la reducción de tensiones inducidas que aparecen entre las pantallas de los cables y tierra, tanto en régimen permanente como en cortocircuito.

Básicamente se pueden presentar 2 tipos de conexión de pantallas:

- Conexión rígida a tierra (solid bonding).
- Conexiones especiales a tierra:
 - Pantallas conectadas a tierra en un solo punto (single point)
 - Cruzamiento de pantallas (cross bonding)

10.7.1 TENSIONES INDUCIDAS

Durante el funcionamiento de un circuito se inducen en las pantallas de los conductores unas tensiones que, dependiendo del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas, pueden originar dos fenómenos distintos:

- Aparecen corrientes inducidas que disminuyen la capacidad de transporte del conductor.
- Aparecen tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos para la seguridad de personas o valores capaces de dañar los materiales de la instalación o reducir la vida útil de los mismos.

10.7.2 SISTEMA UTILIZADO: CONEXIÓN A TIERRA EN UN SOLO PUNTO (SINGLE POINT)

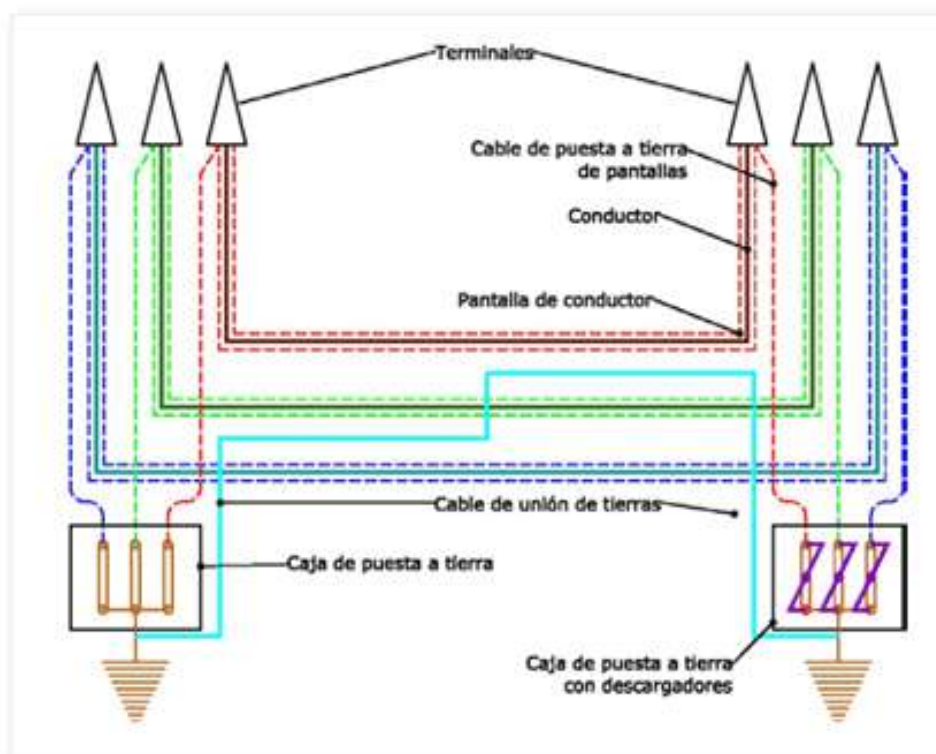
En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente a tierra en un extremo de la línea, conectando el otro extremo a tierra a través de descargadores. La tensión inducida en pantalla tendrá valor de 0 en el punto de conexión rígida a tierra, y se irá incrementando de forma proporcional a la longitud del circuito, a la intensidad que pase por el conductor y a la separación entre cables hasta alcanzar el valor máximo en el punto más alejado de la conexión a tierra.

Este tipo de conexión se utilizará para las longitudes indicadas en la *Tabla 16: Longitudes máximas permitidas para conexiones "End point bonding"* del documento KRZ1 "Especificaciones técnicas particulares de líneas subterráneas de alta tensión >36 kV" para mantener la tensión inducida al valor de 65 V como máximo y salvaguardar la seguridad de la instalación de "tensiones por contacto".

Tabla 16: Longitudes máximas permitidas para conexiones "end point bonding"

Tensión	Sección	1 circuito por zanja		2 circuitos por zanja	
		Tensión inducida	Longitud máxima permitida	Tensión inducida	Longitud máxima permitida
45 kV	400 mm ² Al	64,5 V/km	1.007 m	54,6 V/km	1.191 m
	800 mm ² Al	88,7 V/km	737 m	77,5 V/km	839 m
	1000 mm ² Al	92,9 V/km	700 m	77,3 V/km	841 m

En este tipo de conexiones es necesario colocar un cable adicional de continuidad de tierra para las corrientes de fallo, que normalmente retornarán a través de las pantallas del cable.



Detalle de conexión en un solo punto (Single-Point)

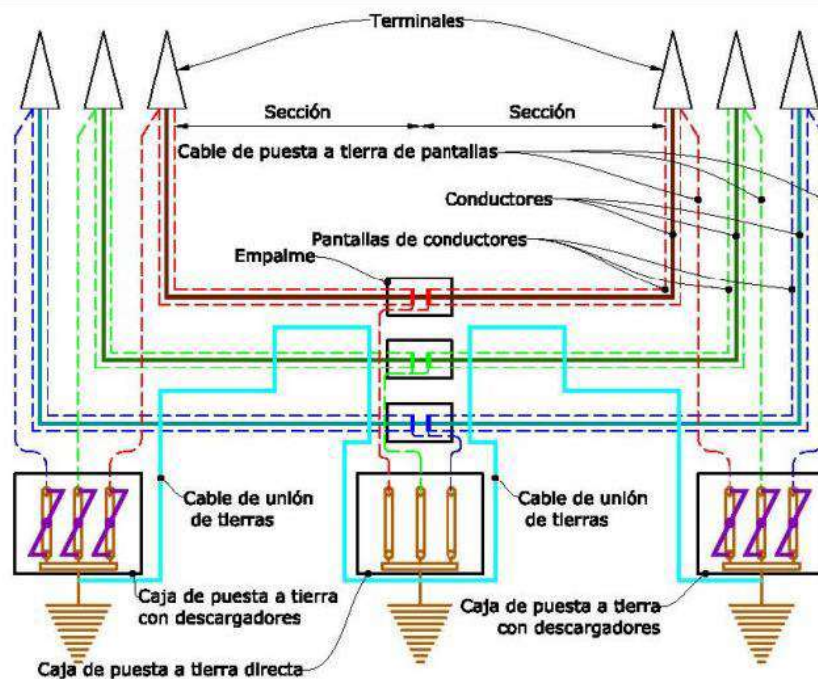
Cuando la longitud de la ruta es demasiado larga para utilizar la conexión a tierra en un solo extremo, se puede realizar la conexión a tierra en un punto medio del circuito, conectado rigidamente a tierra el cable en un punto medio de la línea y aislado de tierra mediante limitadores de tensión en cada extremo.

En esta conexión, el tramo se divide en dos secciones de igual longitud, y las pantallas de los conductores se conectan a tierra rigidamente en el punto medio, y los dos extremos de la línea se conectan a tierra a través de limitadores de tensión. Las pantallas de los conductores no tendrán continuidad en el punto medio entre las dos secciones. El cable equipotencial se debe transponer en la mitad del recorrido de cada sección para conseguir los efectos indicados anteriormente.

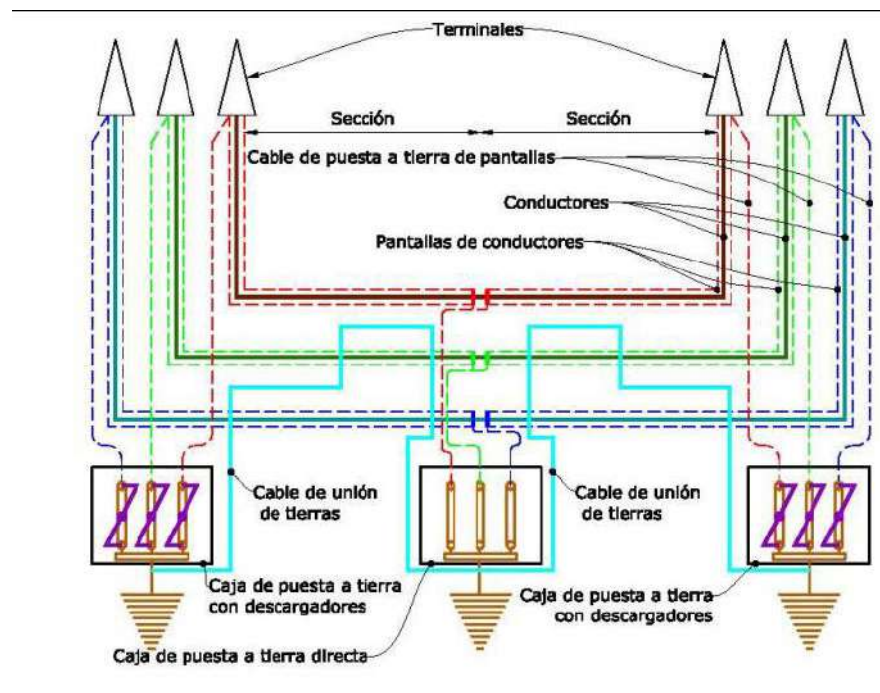
Tabla 17: Longitudes máximas permitidas para conexiones "mid point bonding"

Tensión	Sección	1 circuito por zanja		2 circuitos por zanja	
		Tensión inducida	Longitud máxima permitida	Tensión inducida	Longitud máxima permitida
45 kV	400 mm ² Al	64,5 V/km	2.015 m	54,6 V/km	2.382 m
	800 mm ² Al	88,7 V/km	1.474 m	77,5 V/km	1.678 m
	1000 mm ² Al	92,9 V/km	1.400 m	77,3 V/km	1.682 m

El sistema de conexión es el siguiente, dependiendo de si existe un empalme por conductor, o si no se realizan empalmes.



Detalle de conexión en un punto medio con empalmes (Mid-Point Bonding)



Detalle de conexión en un punto medio sin empalmes (Mid-Point Bonding)

10.7.3 CABLES DE PUESTA A TIERRA

Estos cables realizan la puesta a tierra de aquellos elementos de la instalación que así lo precisen y que se encuentran definidos en el apartado anterior.

Cables unipolares

Estarán formados por un conductor de cobre, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina.

La sección del conductor de estos cables debe ser igual o mayor que la sección de la pantalla a la que se conectan y como mínimo será la siguiente:

Tabla 10: Sección del conductor unipolar Cu de puesta a tierra

Tensión nominal de la Línea	Sección del conductor
45 kV	50 mm ²
66 kV	95 mm ²
132 kV	120 mm ²

Estos cables cumplirán las condiciones de la Norma UNE-HD-603 en todo lo que les sea de aplicación, excepto en lo referente a las tensiones de prueba.

Deberán soportar una tensión de 15 kV en corriente alterna durante 1 minuto.

Cables concéntricos.

Estos cables se utilizan para unir las pantallas de empalmes seccionados a las cajas de puesta a tierra. Las pantallas de los dos lados del empalme se conectarán al interior y el exterior del cable concéntrico.

El cable estará constituido por un conductor de cobre, aislamiento de XLPE y un conductor concéntrico de hilos de cobre de la misma sección que el conductor principal.

Además, dispondrá de aislamiento o cubierta exterior.

La sección interior y exterior de estos cables deben ser iguales o mayores que la sección de la pantalla a la que se conectan y como mínimo las siguientes:

Tabla 11. Sección de cables concéntricos

Tensión nominal de la Línea	Sección del conductor
45 kV	50 mm ² + 50 mm ²
66 kV	95 mm ² + 95 mm ²
132 kV	120 mm ² + 120 mm ²

Estos cables cumplirán las condiciones de la Norma UNE-HD-603 en todo lo que les sea de aplicación, excepto en lo referente a las tensiones de prueba.

Deberán soportar una tensión de 15 kV en corriente alterna durante 1 minuto, tanto en el aislamiento interior como en el aislamiento exterior.

Conductor de continuidad de tierra.

En los sistemas de conexión de pantallas en un solo punto ("single point"), se requerirá la colocación de un conductor de continuidad de tierras, o cable de acompañamiento, para proveer un camino de baja impedancia para las corrientes homopolares que se puedan producir en caso de circulación por la línea de corrientes de cortocircuito.

Este conductor de continuidad de tierra será de cobre con aislamiento de XLPE en todo su recorrido, debiendo soportar una tensión de ensayo de 5 kV a frecuencia industrial durante 1 minuto.

Las secciones utilizadas serán las siguientes:

Tabla 12: Sección de conductores de continuidad de tierra

Tensión nominal de la línea	Sección del conductor	Resistencia máxima
45 kV	50 mm ²	0,3448 Ω/km
66 kV	95 mm ²	0,1815 Ω/km
132 kV	120 mm ²	0,1437 Ω/km

10.7.4 CAJAS DE PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS

Se instalarán cajas de puesta a tierra para alojar las conexiones de las pantallas de los conductores. Dependiendo del sistema de puesta a tierra definido para la instalación, estas cajas pueden incluir limitadores de tensión.

Las cajas de conexión de pantallas serán trifásicas y dispondrán de una envolvente preparada para alojar las conexiones de las pantallas, los cables de conexión a tierra y los limitadores de tensión asociados en caso necesario.

Serán accesibles mediante útil específico o llave para permitir la realización de los ensayos de puesta en servicio y de mantenimiento periódico del sistema de cable. Para facilitar estas operaciones, no contendrán ningún tipo de rellenos y las conexiones de las pantallas de los cables entre sí y con la red de tierras local se realizarán con pletinas desmontables.

Las envolventes estarán fabricadas en acero galvanizado o acero inoxidable y serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de cualquiera de los elementos alojados en ellas sin que se produzcan daños a elementos externos vecinos. Además, deberán estar conectadas siempre a tierra por medio de una conexión independiente de la puesta a tierra de los elementos contenidos en su interior.

Estarán provistas de una pantalla aislante y transparente que evite contactos accidentales a elementos en tensión cuando la caja esté abierta, de forma que tenga un grado de protección IPXXB con la tapa abierta. En sitio visible, dispondrán de una etiqueta que muestre la línea a la que pertenecen y el esquema de conexión y, en su exterior, estarán identificadas mediante el símbolo normalizado de peligro tensión según el RD 485/1997.

Las dimensiones máximas serán las siguientes:

- Altura: 850 mm.
- Anchura: 680 mm.
- Profundidad: 395 mm.

Estarán preparadas para ser instaladas de acuerdo con las características de los cables Subterráneos, y con las secciones de pantallas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 13: Secciones e intensidades de cortocircuito normalizadas en las pantallas

Tensión asignada U (kV)	Sección de la pantalla (mm ²)	Intensidad Icc 0.5 seg. (kA)
45	50	9,3
66	95	18
132	120	23

Según el lugar de instalación se diferencian dos tipos:

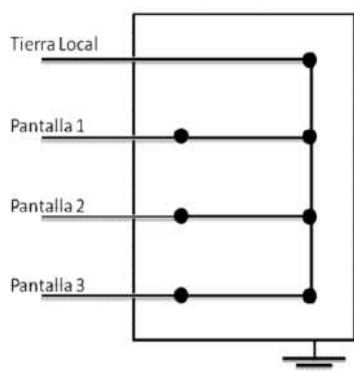
- Exteriores: estarán preparadas para su fijación sobre torres y sobre pórtico a la intemperie, con una tapa practicable que deberá cerrarse mediante candado de seguridad. Cumplirán un grado de protección IP55 según UNE 20324 y un grado de protección mecánica frente a impactos IK10 según EN 50102.
- Subterráneas: estarán preparadas para su fijación a nivel de suelo y enterradas. La tapa y el cuerpo de la caja deberán cerrarse mediante tornillería inoxidable.

Cumplirán un grado de protección IP68 con la totalidad de la caja a un metro de profundidad según UNE 20324 y un grado de protección mecánica IK10 según EN 50102.

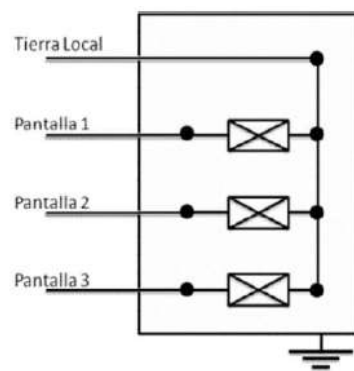
Los tipos de conexión disponibles son los siguientes:

- **Terminales:**

En estas cajas se reciben tres pantallas que se pondrán a tierra de forma directa o a través de limitadores de tensión, según los siguientes esquemas de conexión:



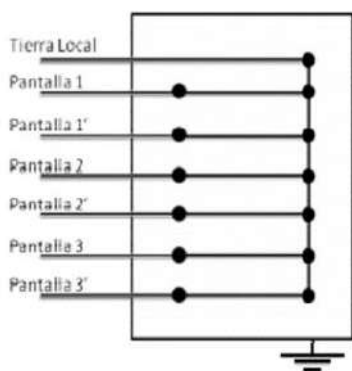
Esquema 1: Caja terminal de puesta a tierra directa.



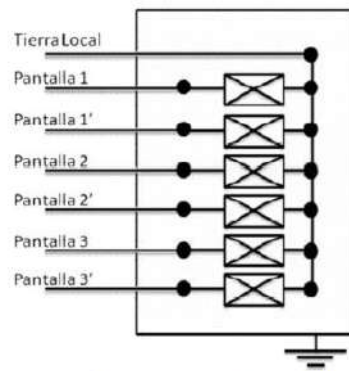
Esquema 2: Caja terminal de puesta a tierra a través de limitadores de tensión.

- **Empalmes**

En estas cajas se reciben seis pantallas que se conectarán siguiendo una de las siguientes configuraciones:



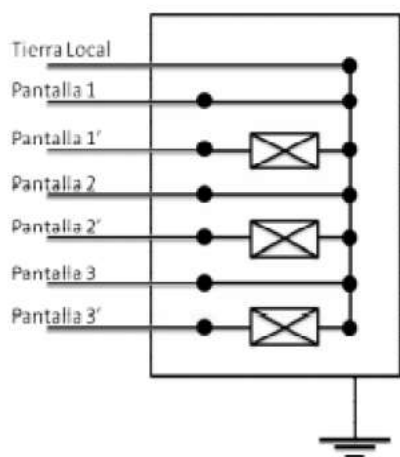
Esquema 3: Caja de puesta a tierra directa de todas las pantallas.



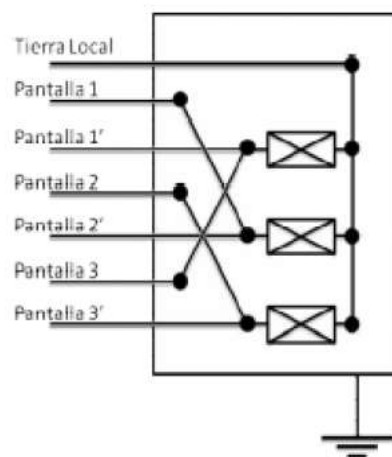
Esquema 4: Caja de puesta a tierra de todas las pantallas a través de limitadores de tensión.

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 kV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN



Esquema 5: Caja de puesta a tierra mixta (directa de tres pantallas y a través de limitadores de tensión las otras tres).



Esquema 6: Caja de puesta a tierra con cruzamiento de pantallas

Limitadores de tensión (SVL)

Los limitadores de tensión para las pantallas son dispositivos con características tensión-corriente fuertemente no lineal, destinados a limitar las diferencias de potencial transitorias que, con ocasión de sobretensiones de impulsos, atmosféricas o de maniobra, pueden aparecer entre elementos del circuito de pantallas con rigidez dieléctrica limitada.

Serán de óxido de cinc (ZnO) y estarán dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito.

Sin embargo, deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles.

Las tensiones que se han de limitar son las que aparecen entre pantallas y la tierra local, que someten a esfuerzos dieléctricos a la cubierta exterior del cable y a los aisladores de soporte de los terminales, y las que se presentan entre los dos extremos de pantalla que concurren en un mismo empalme con discontinuidad de pantalla, que deben ser soportadas por un espesor muy reducido de material aislante en el interior del empalme.

Los limitadores de tensión deben dimensionarse en cada instalación para obtener un nivel de protección adecuado, aunque habitualmente se utilizarán con las siguientes características:

- Tensión asignada: 6 kV.
- Tensión residual: ≤ 20 kV.
- Corriente nominal de descarga con onda 8/20 μ s: ≥ 10 kA.

Respecto al resto de características y ensayos de tipo y recepción, deberán cumplir los requisitos indicados en la norma UNE-EN 60099-4.

10.8 CANALIZACIONES

Se permitirán los siguientes sistemas de instalación de los conductores:

- a) Conductores en canalizaciones entubadas con tubos hormigonados.
- b) Conductores en canalizaciones topo, con perforaciones subterráneas.
- c) Conductores en galerías.

En el presente proyecto el sistema de instalación de los conductores se realizará en canalizaciones entubadas con tubos hormigonados siempre que sea posible. El sistema de canalización tipo topo se utilizará en las zonas en las que no sea posible o suponga grandes inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas.

10.8.1 CANALIZACIONES ENTUBADAS HORMIGONADAS

Las líneas soterradas mediante la ejecución de zanjas siempre se instalarán bajo tubo, de forma que los cables vayan por el interior de tubos de polietileno de doble capa, los cuales quedarán siempre embebidos en un prisma de hormigón que sirve de protección a los tubos y provoca que éstos estén rodeados de un medio de propiedades de disipación térmica definidas y estables en el tiempo.

El tubo de polietileno de doble capa (exterior corrugada e interior lisa) que se disponga para los cables de potencia tendrá un diámetro interior como mínimo 1.5 veces el diámetro del cable a tender, para que el cable pueda entrar sin dificultad y quepa también la mordaza que ha de sujetarlo para el arrastre, no tomándose tubos de diámetros exteriores inferiores a 160 mm.

Se instalará un tubo liso de polietileno de alta densidad de 63 mm de diámetro para la colocación de los cables de comunicaciones de fibra óptica. En las zonas donde se quiera instalar una puesta a tierra Single Point, se colocará otro tubo liso de polietileno de alta densidad de 63 mm de diámetro para la instalación del cable de cobre. En estos casos, como el cable de cobre debe cambiar su ubicación de un lado a otro de la línea a mitad de recorrido, los cables de fibra óptica también pasarán al otro lado en ese mismo punto, con lo que con dos tubos de 63 mm se instala tanto la fibra óptica como el cable de cobre para la puesta a tierra. Estos cambios del cable de cobre y de la fibra óptica de un tubo al otro se realizarán coincidiendo con una cámara de empalme.

**INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCION EN 45 KV) EN
LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)**

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

La profundidad de la zanja a realizar para el soterramiento de la línea subterránea de alta tensión, salvo cruzamientos con otras canalizaciones que obliguen a variar la profundidad de la línea, se establece a partir de 1,25 metros.

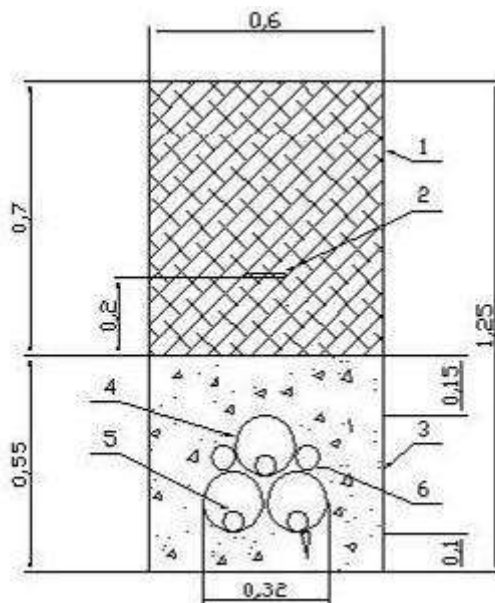
La anchura de la zanja a realizar para el soterramiento de la línea subterránea de alta tensión será tal que los tubos de polietileno corrugado de doble capa, en donde se instalan los cables de potencia, tengan un recubrimiento lateral de hormigón de 10 cm, y de forma que en el caso de doble circuito se mantenga una distancia entre ternas de 60 cm.

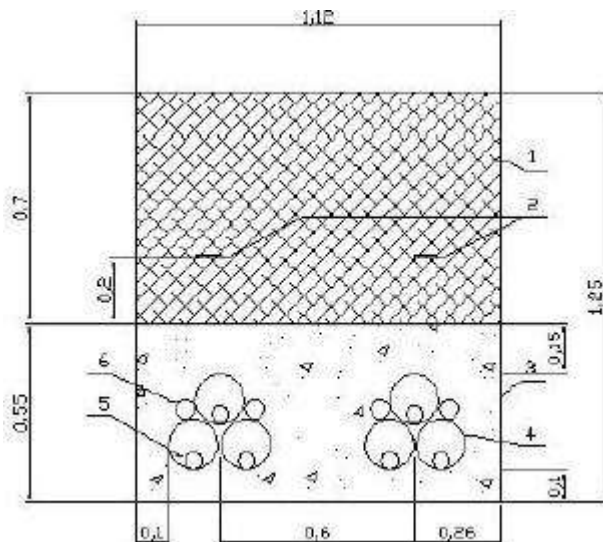
Además de lo anterior, las canalizaciones en zanjas se ejecutarán de forma que:

Se colocará una solera de hormigón HM-20 de 5 cm de espesor para el asiento de los tubos.

- Se rellenará de hormigón hasta 10 cm por encima de la superior de los tubos.
- Las tierras de relleno deberán alcanzar como mínimo un grado de compactación del 95% Proctor Modificado.
- La cinta de señalización, referenciada en la norma ETU 205A, que servirá para advertir de la presencia de cables de alta tensión, se colocará a unos 20 cm por encima del prisma de hormigón que protege los tubos.

ESQUEMA CANALIZACIÓN ENTUBADA





10.9 ARQUETAS Y CÁMARAS

10.9.1 CÁMARAS DE EMPALME

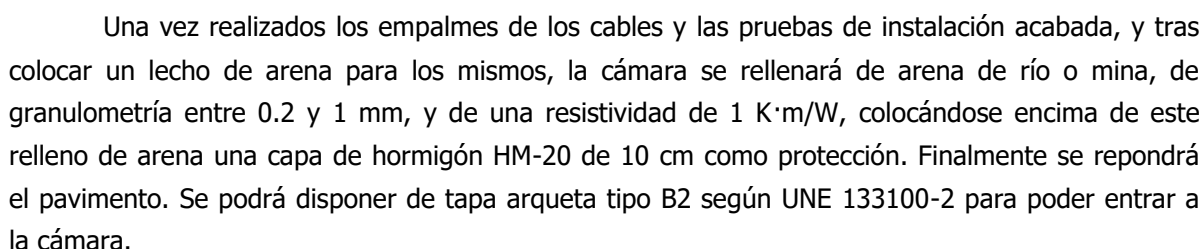
Para realizar las uniones entre los distintos tramos de tendido, se prevén cámaras donde se alojarán los empalmes entre cables. La profundidad de la cámara de empalme será de 1.9 m.

La longitud y el ancho de la cámara serán los menores posibles siempre y cuando permitan realizar los empalmes necesarios. Por tanto, estas dimensiones dependerán de la tensión de la línea, del número de circuitos de ésta, y del tipo de empalme a realizar.

En la siguiente tabla e imagen se muestran las dimensiones para este tipo de cámara de empalme y un esquema de la misma. Cuando el circuito sea crítico, la longitud de la cámara será 1.5 veces la indicada en el plano correspondiente, para poder volver a rehacer el empalme en caso de avería.

Tabla 22: Dimensiones en metros de las cámaras de empalme para 1 circuito

Tensión del sistema	Longitud máxima de solera (L)	Anchura máxima de solera (A)	Longitud de las zonas de separación (S) aproximadas
26 / 45 kV	4	1,2	2,7
36 / 66 kV	4	1,2	2,7
76 / 132 kV	6	1,9	3,9

SEPARATA Nº 8: NEDGIA ARAGÓN

10.9.2 ARQUETAS DE CONEXIONADO DE PANTALLAS Y DE FIBRA ÓPTICA

Las arquetas serán prefabricadas y de clase B conforme a la norma UNE 133100-2:2002. Para su colocación se seguirá lo establecido para instalación de arquetas prefabricadas en la norma UNE 133100-2:2002.

La tapa de la arqueta será conforme al apartado 7.6 de la norma UNE 133100-2:2002.

Si el diseño del sistema así lo requiere se definirán las arquetas de conexionado de pantallas y de fibra óptica, irán anexas a la cámara de empalme no visitable del cable de potencia y servirán además como señalización de los empalmes. Se ubicará una arqueta de fibra óptica en al menos cada cámara de empalme no visitable.

10.9.3 ARQUETAS DE AYUDA AL TENDIDO

Al tratarse de una instalación en la que los cables van entubados en todo su recorrido, en los cambios importantes de dirección se colocarán arquetas de ayuda para facilitar el tendido del cable.

Las paredes de estas arquetas deberán entibarse de modo que no se produzcan desprendimientos que puedan perjudicar los trabajos de tendido del cable, y dispondrán de una solera de hormigón de 10 cm de espesor.

Una vez que se hayan tendido los cables se dará continuidad a las canalizaciones en las arquetas, y se recubrirán de una capa de hormigón de forma que quede al mismo nivel que el resto de la zanja.

Finalmente se rellenará la arqueta con tierras compactada y se repondrá el pavimento.

10.10 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS CON CONDUCCIONES DE OTROS SERVICIOS

Los cruzamientos y paralelismos de una canalización con conductores de otro servicio (agua, gas, telecomunicaciones, energía eléctrica, etc.) se ajustarán a las especificaciones y dimensiones reseñadas en planos, que cumplan con las distancias indicadas en el ITC-LAT-06.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la

maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

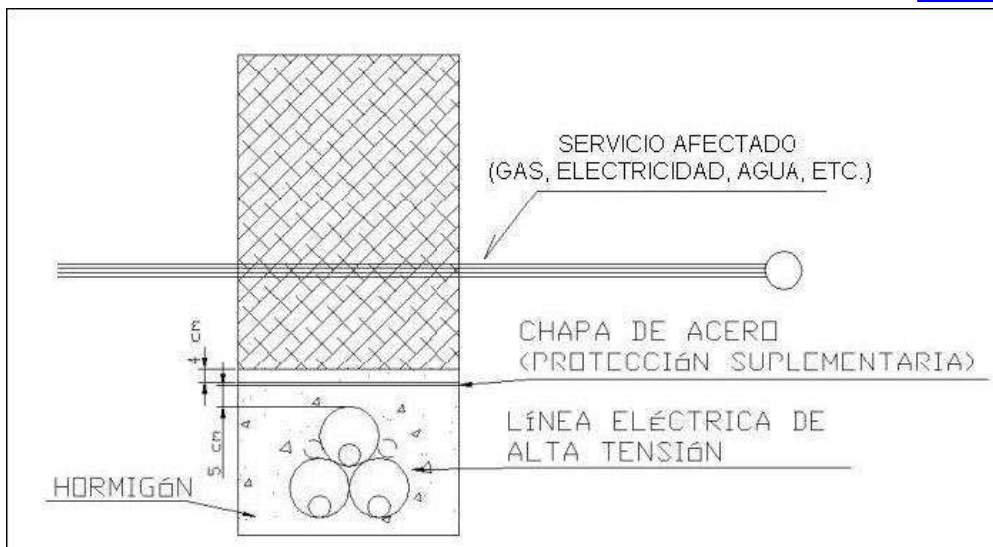
10.10.1 DISTANCIAS A RESPETAR AL REALIZAR CRUZAMIENTOS

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

- **Con calles y carreteras:** la profundidad a la que irá el cruzamiento será la misma de la línea en general. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, debiendo estar dichos empalmes a una distancia superior a 3 metros del cruzamiento.
- **Con ferrocarriles:** los cables se colocarán perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, debiendo estar dichos empalmes a una distancia superior a 3 metros del cruzamiento.
- **Con otros cables de energía eléctrica:** Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

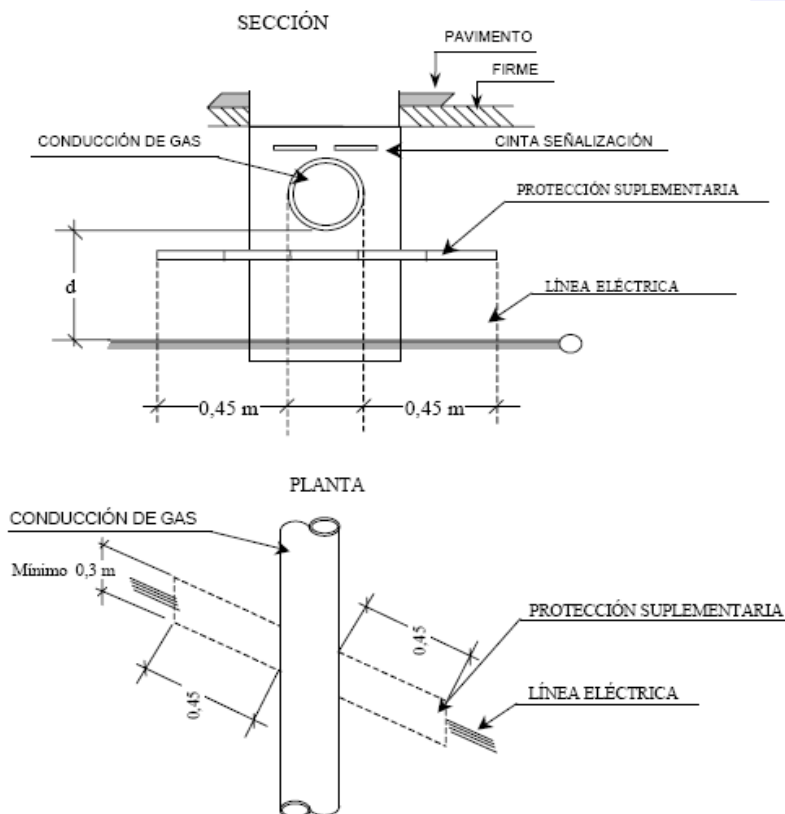
La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,4 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1,5 metros. Cuando no puedan respetarse estas distancias mínimas, los conductores de alta tensión se dispondrán separados de la otra línea mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de alta tensión y una longitud a ambos lados del cruzamiento de 1 m. Estas chapas de acero quedarán embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, tal como se muestra en la Figura a continuación.

- **Con cables de telecomunicación:** La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,40 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias mínimas, los conductores de alta tensión se dispondrán separados mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de alta tensión y una longitud a ambos lados del cruzamiento de 1 m. Esta chapa de acero quedará embebida dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como aparece en la Figura a continuación.



- **Con canalizaciones de agua:** La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,4 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias, los conductores de alta tensión se dispondrán separados mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de alta tensión y una longitud a ambos lados del cruzamiento de 1 m. Esta chapa de acero quedará embebida dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como aparece en la Figura 10.
- **Con canalizaciones de gas:** en los cruces de líneas subterráneas de alta tensión con canalizaciones de gas deberá mantenerse una distancia vertical mínima de 0,5. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta 0,35 m. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de alta tensión y una longitud a ambos lados del cruzamiento de 1 m. Esta chapa de acero quedará embebida dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como aparece en la Figura 10.

En la siguiente figura se muestra un esquema con las dimensiones de la protección suplementaria.



De igual forma, la distancia horizontal de los empalmes al punto de cruce deberá ser superior a 1,5 metros, y en caso de no poderse cumplir esta distancia se colocará la protección suplementaria indicada.

- **Con depósitos de carburante:** los cables distarán, como mínimo, 1,5 m del depósito. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, debiendo estar dichos empalmes a una distancia superior a 3 metros del cruzamiento.
- **Con ríos:** se seguirán las prescripciones particulares establecidas por la autoridad Hidrográfica correspondiente. En caso de ausencia de éstas, se cruzará por debajo del cauce mediante la ejecución de zanjas o mediante perforaciones subterráneas dirigidas tipo "topo", cuando no sea posible realizar el paso del río sobre puentes.

Para minimizar los efectos de la erosión que pueda producirse por arrastre de las aguas, se mantendrá una distancia mínima de 1,5 m entre el lecho del cauce y la parte superior del prisma de hormigón que cubre los tubos de polietileno (en caso de canalización mediante zanjas) o de 1,5 m entre el lecho del cauce y la superior de la tubería por la que van los cables (en caso de que el cruce se realice mediante perforación subterránea dirigida). En los casos en que el lecho del cauce del río esté constituido por terrenos fangosos será necesario hacer un estudio de erosionabilidad del río para establecer la profundidad a la que debe de situarse la canalización.

En caso de que la canalización subterránea tenga grandes dificultades constructivas y además no sea posible el paso sobre puentes, se podrá canalizar la línea por una estructura resistente (viga) que se ejecute expresamente para unir dos zonas aproximadamente al mismo nivel y así poder canalizar los cables de energía por ella.

En general, si se produce un cruzamiento con otros servicios, la profundidad de la zanja en este punto deberá ser tal que permita tender el cable por debajo de dichos servicios. Esto se establece como norma general que sólo podrá ser variada en algún caso concreto (normalmente se tratará de un servicio aislado y profundo, tipo pluviales o residuales, que permite pasar por encima).

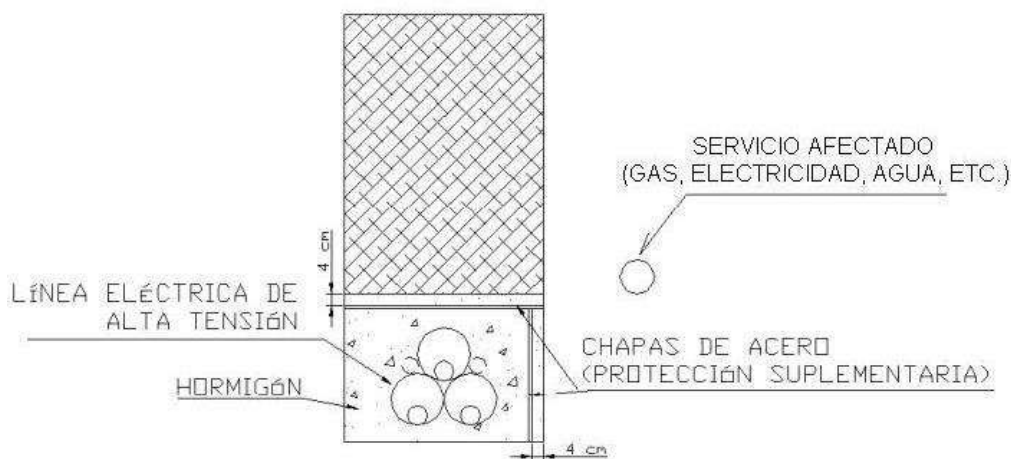
En todo momento, también en el plano vertical, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a canalizar, así como el radio de curvatura permitido para el tubo utilizado para la canalización. Debido a esto, la aparición de un servicio implica la corrección de la rasante del fondo de la zanja a uno y otro lado, a fin de conseguirlo. Aun respetando el radio de curvatura indicado, se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento de la tracción necesaria para realizarlo.

10.10.2 DISTANCIAS A RESPETAR AL REALIZAR PARALELISMOS

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- **Con otros cables de energía eléctrica:** los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros cables de energía eléctrica, manteniendo entre ellos una distancia horizontal mínima de 0,50 m. Cuando no pueda respetarse dicha distancia de 0,50 metros, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero quedarán embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, tal como se muestra en la Figura a continuación. La disposición de las chapas de acero será función de la posición de los otros cables, ya que la misión de dichas chapas será la de proteger al prisma de hormigón frente a posibles trabajos de excavación en la línea eléctrica cercana. Asimismo, si la distancia entre los empalmes de una línea y los cables de la línea paralela es menor de 1,5 metros, también se dispondrá una protección suplementaria de chapas de acero a lo largo del paralelismo entre empalmes de una línea y la otra.

La distancia mínima de 0,50 m está marcada para casos de paralelismos muy cortos, pero para casos de paralelismos superiores a 15 m siempre habrá que tener en cuenta el efecto térmico producido por cada línea por si éste obligara a reducir la potencia transportada, efecto que no será necesario considerarlo si la distancia entre las líneas es superior a 2 metros.



- **Con cables de telecomunicación:** la separación horizontal mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,4 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia de 0,40m, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero quedarán embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como se muestra en la Figura 13. La disposición de las chapas de acero será función de la posición de los cables de telecomunicaciones, ya que la misión de dichas chapas será la de proteger al prisma de hormigón frente a posibles trabajos de excavación en la línea de telecomunicaciones cercana. Asimismo, si la distancia entre los empalmes de una línea (ya sea la de telecomunicaciones o la de energía eléctrica) y los cables de la otra es menor de 1 m, también se dispondrá una protección suplementaria de chapas de acero a lo largo del paralelismo entre empalmes de una línea y la otra.
- **Con canalizaciones de agua:** la distancia mínima horizontal entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,4 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1m. Cuando no pueda respetarse esta distancia de 0,4 m, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero deberán quedar embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como se muestra en la Figura previa.

Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

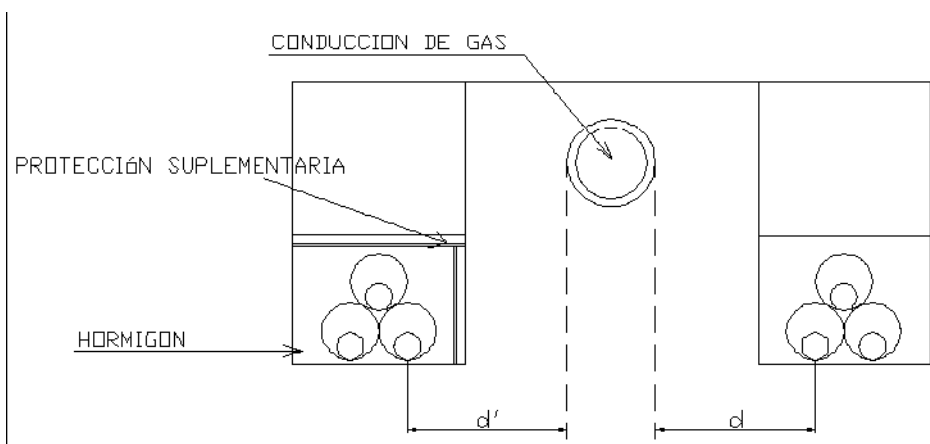
- **Con canalizaciones de gas:** en los paralelismos de líneas subterráneas de alta tensión con canalizaciones de gas, deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 18: Distancias a instalaciones de gas. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta las distancias

mínimas establecidas en la Tabla 18: Distancias a instalaciones de gas. Como protección suplementaria se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero deberán quedar embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como se muestra en la Figura previa.

Tabla 18: Distancias a instalaciones de gas

Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
En alta presión > 4 bar	0,60 m	0,40 m
En media y baja presión ≤ 4 bar	0,50 m	0,35 m

En la Figura a continuación se muestra un esquema con las dimensiones de la protección suplementaria. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1,5 m.



11 CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, el técnico que suscribe cree haber descrito las afecciones dependientes de NEDGIA ARAGÓN dentro de la ejecución de la línea aéreo-subterránea de 45 kV ALUMALSA-PRYDES-EL BURGO desde SE ALUMALSA hasta apoyo nº 99 existente, en los términos municipales de Zaragoza y El Burgo de Ebro (Zaragoza) y de la línea aéreo-subterránea desde apoyo nº 13 existente hasta SET PI FUENTES, en el término municipal de Fuentes de Ebro.

Se consideran suficientemente definidas las características de las obras a realizar, no obstante, el técnico redactor del mismo queda a disposición de los Organismos Oficiales Competentes para cualquier posible aclaración.

En Zaragoza, a 14 de marzo de 2025

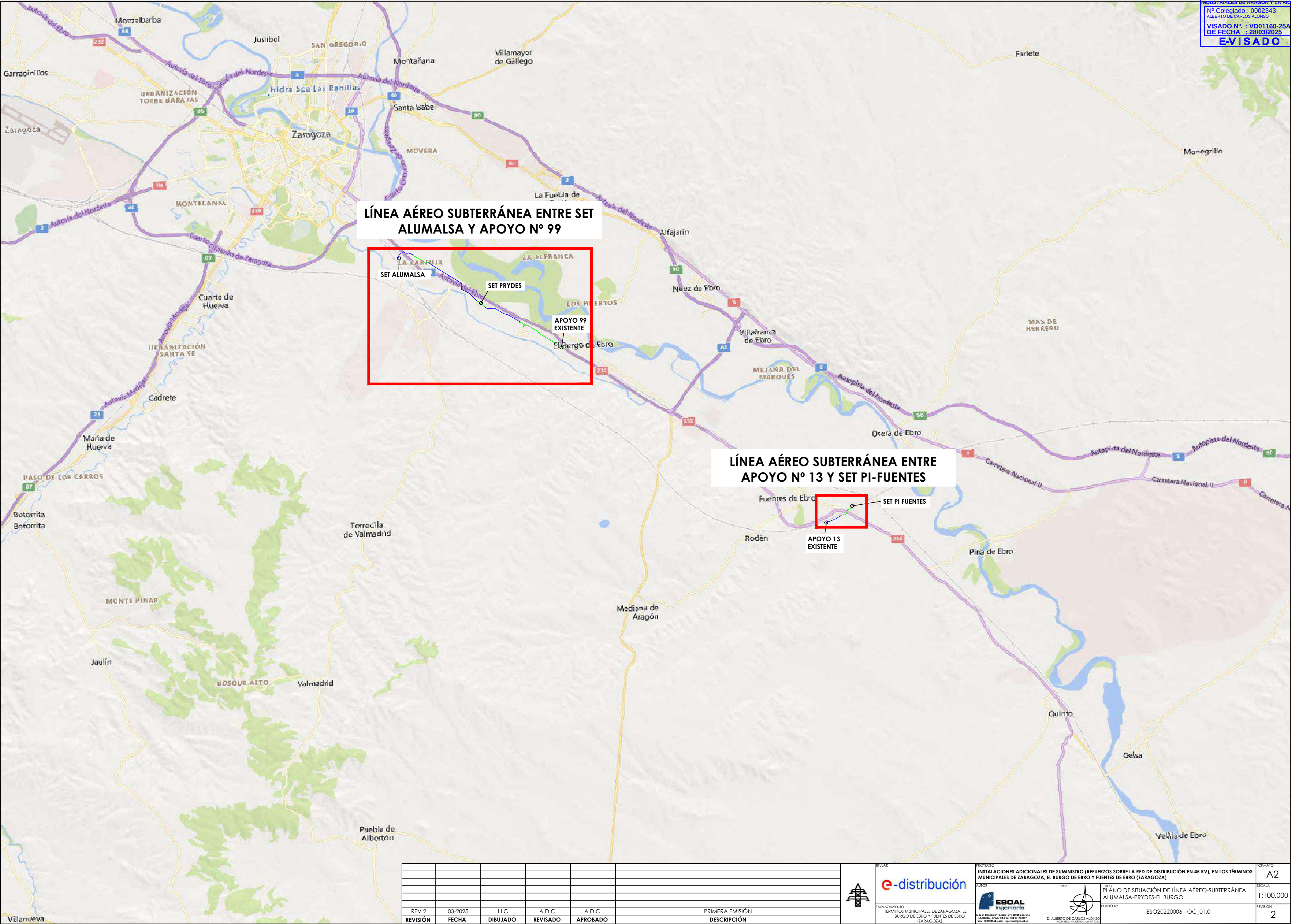


Fdo.: D. ALBERTO DE CARLOS ALONSO.

INGENIERO INDUSTRIAL col Nº 2343.

ANEXO 1: PLANOS

NOTA: Reservados todos los derechos del Copyright. Este documento es copia de su original del que es autor el Ingeniero firmante. Su utilización parcial o total, así como cualquier reproducción o cesión a terceros requerirá la autorización expresa de su autor.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 0002343
ALBERTO DE CARLOS ALONSO
VISADO Nº: : VD01160-25A
DE FECHA : 28/03/2025
EVISADO

REV.2	03-2025	J.I.C.	A.D.C.	A.D.C.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

PROYECTO: INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV), EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGOS DE Ebro Y FUENTES DE Ebro (ZARAGOZA)

AUTOR:

TÍTULO: PLANO DE SITUACIÓN DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA ALUMALSA-PRYDES-EL BURGOS

PLANO Nº: ESO20220006 - OC_01.0

FORMATO: A2

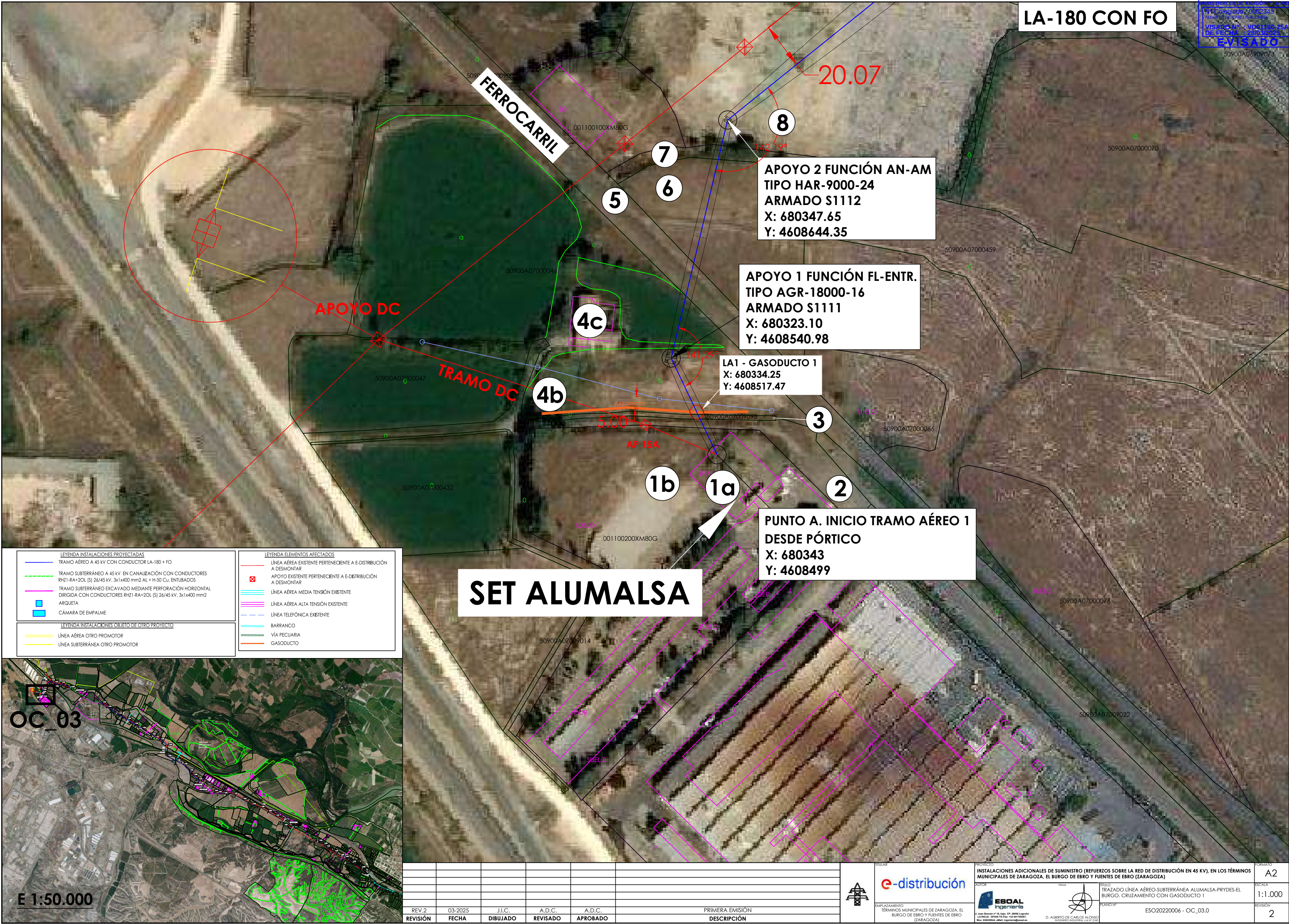
ESCALA: 1:100.000

REVISIÓN: 2

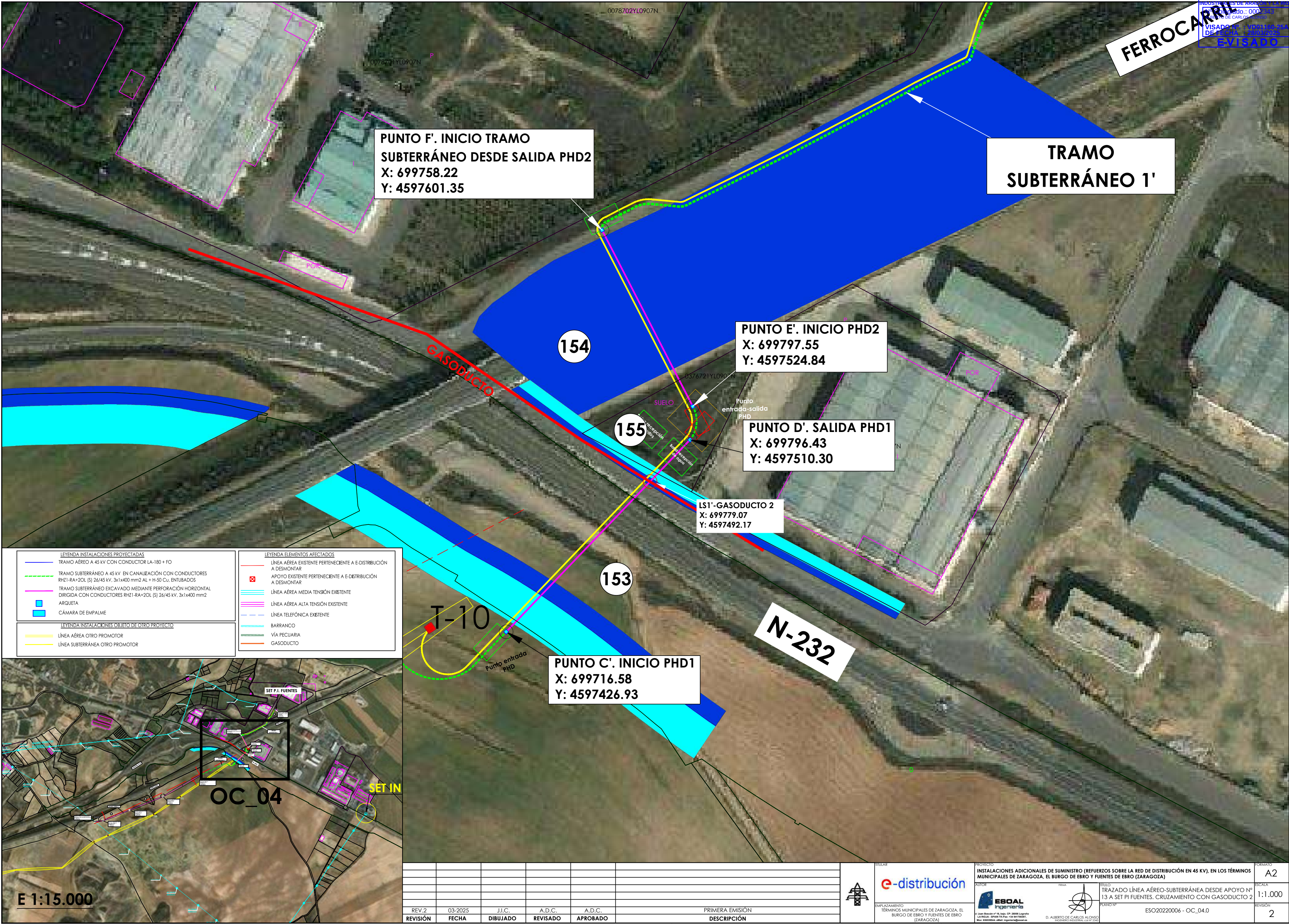


REV. 2	03-2025	J.I.C.	A.D.C.	A.D.C.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

NOTA: Reservados todos los derechos del Copyright. Este documento es copia de su original del que es autor el Ingeniero firmante. Su utilización parcial o total, así como cualquier reproducción o cesión a terceros requerirá la autorización expresa de su autor.



NOTA: Reservados todos los derechos del Copyright. Este documento es copia de su original del que es autor el Ingeniero firmante. Su utilización parcial o total, así como cualquier reproducción o cesión a terceros requerirá la autorización expresa de su autor.



NOTA: Reservados todos los derechos del Copyright. Este documento es copia de su original del que es autor el Ingeniero firmante. Su utilización parcial o total, así como cualquier reproducción o cesión a terceros requerirá la autorización expresa de su autor.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
ARAGON
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGON Y LA RIOJA
VISADO Nº: V-001.160.25A
FECHA: 28/03/2025
EVISADO

REV.2	03-2025	J.I.C.	A.D.C.	A.D.C.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

PROYECTO
INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV), EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGOS DE ERO Y FUENTES DE ERO (ZARAGOZA)

AUTORES

D. ALBERTO DE CARLOS ALONSO
INGENIERO TÉCNICO EN OBRAS DE B.T.

TÍTULO
VISTA GENERAL LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DESDE APOYO Nº 13 A SET PI FUENTES

PLANO Nº
ESO20220006 - OC_10.0

FORMATO
A2

ESCALA
1:5.000

REVISIÓN
2

SET P.I. FUENTES

PUNTO G'. FINAL TRAMO
SUBTERRÁNEO 1' EN SET
PI_FUENTES
X: 699975.04
Y: 4597772.94

FERROCARRIL

TRAMO
SUBTERRÁNEO 1'

PUNTO E'. INICIO PHD2
X: 699797.55
Y: 4597524.84

PUNTO D'. SALIDA PHD1
X: 699796.43
Y: 4597510.30

1'-GASODUCTO 2
699779.07
4597492.17

PUNTO C'. INICIO PHD1
X: 699716.58
Y: 4597424.93

LS1'-LÍNEA AÉREA AT 3

TRAMO
SUBTERRÁNEO 1'

Tramo aéreo
LASAT PI Fuentes

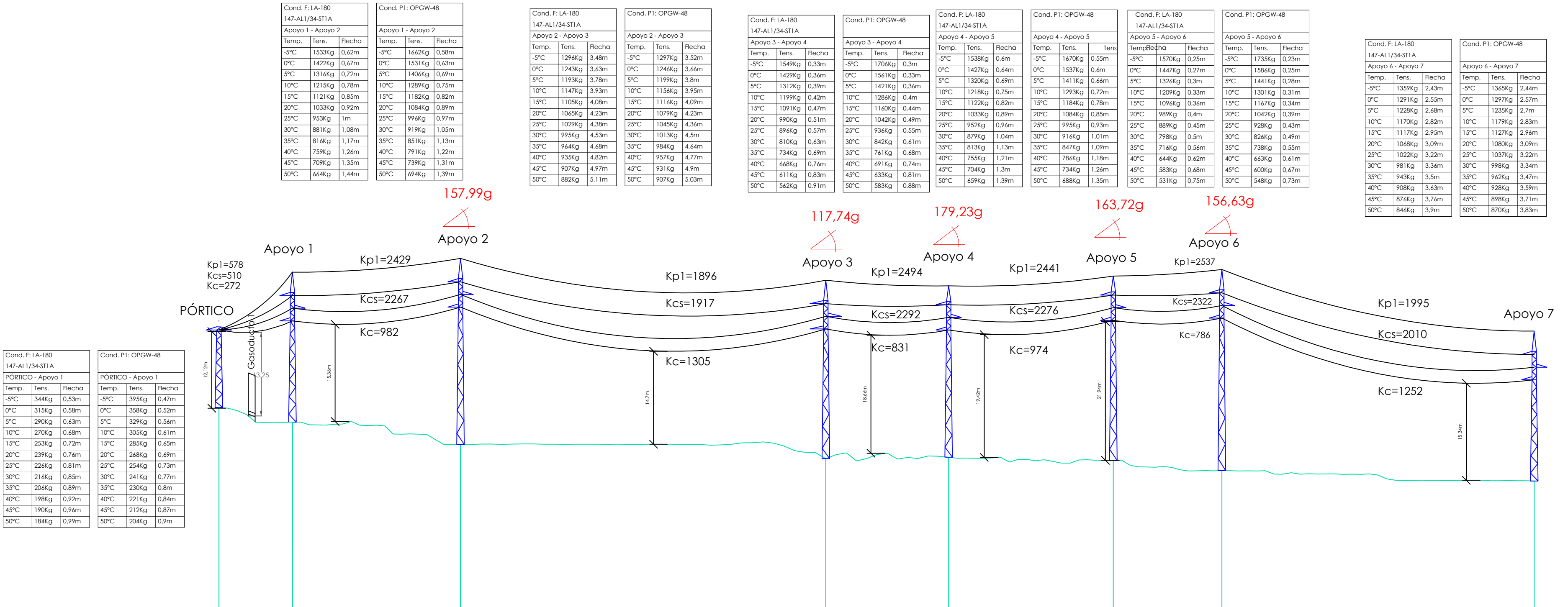
PAS.

OC 12

SET IN

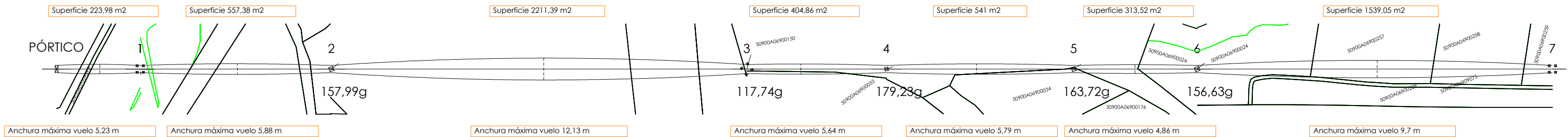
E 1:15.000

						TÍTULO INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV), EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)		OBSERVADO A2
						AUTOR 	FECHA 	ESCALA 1:2.000
						EMPLAZAMIENTO TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)	TÍTULO TRAZADO LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DESDE APOYO Nº 13 A SET PI FUENTES. HOJA 2	REVISIÓN 2
REV.2 REVISIÓN	03-2025 FECHA	J.J.C. DIBUJADO	A.D.C. REVISADO	A.D.C. APROBADO		PRIMERA EMISIÓN DESCRIPCIÓN		



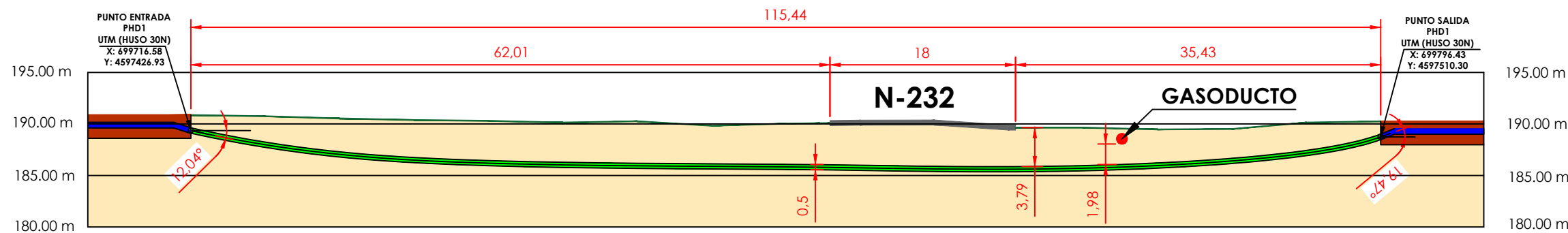
P.C.: 186.33 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	PÓRTICO	46.46	1	106.24	2	230.91	3	77.61	4	104.08	5	68.61	6	197.40	7
Cota Terreno (m)	208.68		206.38		202.84		200.60		200.82		200.32		198.71		197.06
Distancia Parcial (m)	0.00		0.00		106.24		230.91		77.61		104.08		68.61		197.40
Distancia Origen (m)	0.00		0.00		106.24		337.15		414.76		518.84		587.44		784.84
Función de Apoyo	FL		FL-ENTR.		AN_AM (157,99g)		AN_AM (117,74g)		AN_AM (179,23g)		AN_AM (163,72g)		AN_AM (156,63g)		FL-PAS
Serie Apoyo	-		AGR-18000-16		HAR-9000-24		AGR-18000-20		HAR-5000-22		HAR-7000-24		HAR-9000-27		AGR-18000-16
Armado (m)	a=2		b=2/a=2/c=2/h=3,7		b=2/a=2/c=2/h=3,7		b=2/a=2/c=2/h=3,7		b=2/a=2/c=2/h=3		b=2/a=2/c=2/h=3		b=2/a=2/c=2/h=3,7		b=2/a=2/c=2/h=3,7
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	12		16		21,72 (Normal/K=12)		20,5		20,11 (Normal/K=12)		22,14 (Normal/K=12)		24,1 (Normal/K=12)		16
Tipo de cimentación	-		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Monobloque		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)
Datos Cimentación (m)	-		a=1,6/h=0,35/H=3,35/b=1,2		a=2,45/h=2,75		a=1,6/h=0,35/H=3,4/b=1,2		a=1,96/h=2,46		a=2,35/h=2,58		a=2,54/h=2,79		a=1,6/h=0,35/H=3,35/b=1,2



REV.2	03-2025	J.I.C.	A.D.C.	A.D.C.	PRIMERA EMISIÓN	EMPLAZAMIENTO	TÍTULO	PROYECTO	FORMATO
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)	INSTALACIONES ADICIONALES DE SUMINISTRO (REFUERZOS SOBRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN 45 KV), EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZARAGOZA, EL BURGO DE EBRO Y FUENTES DE EBRO (ZARAGOZA)	PLANTA Y PERFIL TRAMO AÉREO 1	A2
								ESCALA H 1:2.000 V 1:500	
								ES020220006 - LA_01.0	2

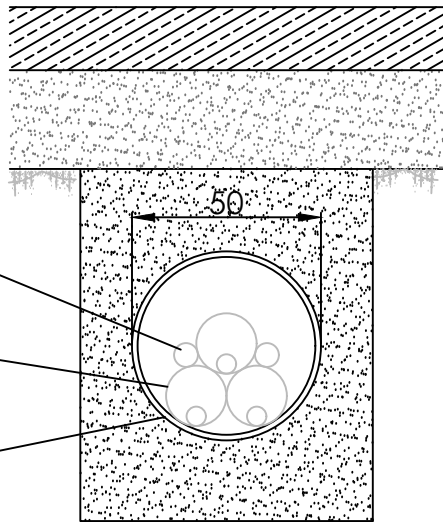
PERFIL DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA 1 PARA CRUZAMIENTO CON CARRETERA



SECCIÓN TIPO

cotas en cm.

ASFALTO/FERROCARRIL



NOTAS:

- 1.- LAS ABRAZADERAS DE TUBOS SE INSTALARÁN CADA 3 METROS.
- 2.- EN EL INTERIOR DE CADA TUBO SE POTENCIA SE INSTALARÁ UNA CUERDA DE NYLON DE Ø10 mm

E 1:20

[illegible]