

Proyecto Ejecutivo Redes de Alta Tensión. VDG1E

SEPARATA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Líneas 132kV entre Subestación de Villanueva de Gállego y
Villanueva de Gállego Oeste

AMAZON DATA SERVICES SPAIN, S.L.U.
Proyecto Ejecutivo

VDG1E-ACM-74-XX-RP-Z-80001

8 de agosto de 2025

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202503621. Fecha Visado: 18/09/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.
Nº Colegiado: 11207. Colegiado: ROBERTO FERNÁNDEZ ARENAS. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 32705822.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID
Nº VISADO 202503621	FECHA DE VISADO 18/09/2025
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº: 11207 COIIM ROBERTO FERNÁNDEZ ARENAS	NOMBRE

© 2024 AECOM Spain DCS S.L.U. Todos los Derechos Reservados.

Este documento ha sido preparado por AECOM Spain DCS S.L.U. ("AECOM") para único uso del cliente (el "Cliente") en relación con los principios de consultoría, aceptados de manera general; el presupuesto de tasas y los términos de referencia acordados entre AECOM y el Cliente. Cualquier información proporcionada por terceros y mencionada a los presentes que no ha sido verificada por AECOM, a excepción de que se declare lo contrario en el documento. Ningún tercero podrá apoyarse en el presente documento sin la autorización y un acuerdo escrito de AECOM.

MEMORIA

1.	Antecedentes y Objeto	3
2.	Peticionario y Titular	4
3.	Reglamentación De Aplicación	5
4.	Localización	7
5.	Descripción de las Instalaciones	8
6.	Descripción de Afección	9
7.	Línea Subterránea de media Tensión	10
7.1	Trazado De La Línea Subterránea	10
7.2	Cable	11
7.3	Descripción y Características de la Obra Civil	11
7.3.1	Método Constructivo	11
7.3.1.1	Método convencional: Zanja	11
7.3.1.2	Método de Perforación horizontal	12
7.3.2	Instalaciones Auxiliares y Accesos	13
7.3.2.1	Zona de Instalaciones Auxiliares	13
7.3.2.2	Accesos a la Obra	14
7.4	Descripción de la instalación eléctrica	15
7.4.1	Composición de cables en zanja	15
7.4.2	Cámaras de Empalme	16
7.4.3	Arquetas	17
7.4.4	Empalmes	18
7.4.5	Pasos de infraestructuras	19
7.4.6	Transición aérea-subterránea	20
7.4.7	Características de los Materiales	21
7.4.7.1	Cable 132kV	21
7.4.7.2	Cables de Fibra Óptica	22
7.4.7.3	Cables de Puesta a Tierra	24
7.4.7.4	Estrategia de conexión de puesta a tierra de las pantallas	25
7.4.7.5	Cajas de puesta a tierra de las pantallas	25
7.4.8	Hitos de señalización de la zanja	26
7.4.9	Campos electromagnéticos	27
7.4.9.1	Niveles de referencia	28
8.	Conclusiones	30

PLANOS

1. SITUACIÓN
2. PLANTA GENERAL
3. ZANJAS TIPO.

MEMORIA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202503621. Fecha Visado: 18/09/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.
Nº Colegiado: 11207. Colegiado: ROBERTO FERNANDEZ ARENAS. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod Ver: 32705822.

1. Antecedentes y Objeto

En julio de 2020 el Gobierno de Aragón aprobó el Proyecto de Interés General de Aragón para el desarrollo de tres centros de datos en la Comunidad Autónoma de Aragón y la red de fibra óptica asociada que los conecta, promovido por Amazon Data Services Spain, S.L. (ADSS), la entidad española de Amazon Web Services (AWS), proveedor global de servicios en la nube.

Desde esa aprobación, ADSS ha procedido a la construcción progresiva de las edificaciones e infraestructuras proyectadas, y cuya finalización está prevista en un futuro próximo.

Tras la decisión de Amazon Web Services de ampliar sus operaciones en España, se solicitó al Gobierno de Aragón la declaración de un plan de expansión como de Interés General de Aragón. La documentación remitida al Gobierno de Aragón, con el contenido correspondiente según la normativa vigente, contempla la ampliación de la infraestructura que ya tiene operativa en las localidades de Villanueva de Gállego, Huesca y El Burgo de Ebro. Esta ampliación comprende la construcción de nuevos edificios de centro de datos, y sus correspondientes instalaciones y edificios auxiliares, en cinco nuevos emplazamientos próximos a los anteriores, así como la construcción de nuevas redes de energía, agua y fibra óptica para darles servicio.

El 29 de mayo de 2024, por Orden EEI/579/2024 el Gobierno de Aragón declaró el plan de ampliación propuesto como Inversión de Interés Autonómico y de Interés General.

En virtud de lo indicado en la ORDEN FOM/1517/2024, de 4 de diciembre de 2024, por la que se aprueba inicialmente el Plan de Interés General "Expansión de la Región AWS en Aragón" se ha obtenido aprobación por el Gobierno de Aragón para la documentación presentada en la fase anterior correspondiente al PIGA Básico, siendo el presente documento correspondiente a la fase consecutiva para la obtención de aprobación por el mismo estamento del Plan de Interés General en su fase ejecutiva para las redes de distribución y conexión desde el centro de transformación hasta el campus.

Se trata de un proyecto de una línea subterránea para el refuerzo de red requerido por E-Distribución de alta tensión de 132 kV que conecta la subestación de Villanueva de Gállego y Villanueva de Gállego oeste, para incrementar las capacidades de potencia de la subestación de Esquedas. Ambas subestaciones pertenecen a la compañía eléctrica distribuidora E-Distribución.

Dicha línea será diseñada y ejecutada por AWS, pero debe ser aprobada y operada por E-Distribución.

La línea se compone de un circuito simple enterrado, que discurre desde el Polígono Industrial de San Miguel donde se encuentra la subestación de Villanueva de Gállego, hasta la subestación Villanueva de Gállego oeste junto a la Autovía A-23, en el término municipal de idéntico nombre. La línea discurre principalmente por el espacio adyacente a la vía de servicio de la autovía A-23 y parcelas agrícolas, encontrándose con diversos cruces de carreteras e instalaciones. El presente documento describe el trazado del cable y las soluciones particulares aplicadas en cada caso

2. Peticionario y Titular

Se redacta el presente proyecto a petición de:

ENDESA DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES SAU

Calle Ribera del Loira, 60, C.P. 28033, Madrid

N.I.F.: A-81948077

El domicilio a efectos de notificación es:

Calle Doctor Aznar Molina, 2, C.P. 50002, Zaragoza

La empresa ENDESA DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES SAU, está dedicada a la producción de energía eléctrica en régimen especial, la ejecución, construcción y mantenimiento, así como aquellas actividades análogas, adicionales o relacionadas, de todo tipo de instalaciones y obras.

El titular de la instalación se identifica como:

AMAZON DATA SERVICES SPAIN, S.L.

El presente documento se visa se firma por:

Empresa: AECOM, S.A.

Dirección: Alfonso XII, 62, 5th floor. Madrid, 28014.

Ingeniero Industrial: Roberto Fernández Arenas.

Colegiado número:11.207

3. Reglamentación De Aplicación

- Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones:
 - Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
 - Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
 - Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
 - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
 - Ley 17/2007, Adaptación del Sector Eléctrico a la Directiva 2003/54/CE (26/06/2003), "Normas comunes para el mercado interior de la electricidad".
 - Normas técnicas particulares de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.
 - Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
 - Ley 8/1998, de 17 de diciembre, de Carreteras de Aragón.
 - DECRETO 206/2003, de 22 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley 8/1998, de 17 de diciembre, de Carreteras de Aragón.
 - Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.
 - Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.
 - Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
 - Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
 - Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
 - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).
 - Decreto Legislativo 1/2017, de 20 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Montes de Aragón.
 - Manual de Aspectos Constructivos de Caminos Naturales. (MAPA)
 - Caminos Rurales: Proyecto y Construcción. (R. Dal-Ré)
 - Eurocódigo 0: Bases de cálculo de estructuras
 - Eurocódigo 1: Acciones en estructuras Parte 1-1: Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios y sobrecargas de uso en edificios
 - Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Bases del proyecto • Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.
 - Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
 - NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras.
 - Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
 - Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
 - Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna.
- 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.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)
- Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.
- Normas DIN y UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos y sus correspondientes revisiones y actualizaciones.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones complementarias.
- Circular 5/2019, de 5 de diciembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- Circular 6/2019, de 5 de diciembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Ley 13/2003, de 23 de mayo.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- En lo relativo a las instalaciones de transporte cuya autorización sea competencia de la Administración General del Estado se estará a lo establecido en la disposición adicional duodécima de la Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas.
- Artículo 15 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, sobre criterios de redes y criterios de funcionamiento de las instalaciones de producción sujetas a retribución regulada.
- El Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- El 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.

4. Localización

El proyecto se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Zaragoza, en el término municipal de Villanueva de Gállego.



Figura 1. Comunidad Autónoma de Aragón



Figura 2. Ubicación de las subestaciones

Las coordenadas UTM de los puntos de origen y destino de línea se indican en las tablas indicadas.

Tabla 1 Posición del origen de la línea

Origen de la línea	Norte	Este
Subestación Villanueva de Gállego	4623372.8783 m	678847.6540 m

Fuente: Creación propia

Tabla 2 Posición del destino de la línea

Destino de la línea	Norte	Este
Subestación Villanueva Oeste	4627272.5423 m	680177.1701 m

Fuente: Creación propia

5. Descripción de las Instalaciones

El proyecto en sí se compone un circuito simple de 132 kV. AWS diseña y ejecuta la línea cuya propiedad será cedida a ENDESA después de la puesta en servicio como explotador y mantenedor de la línea.

AECOM ha desarrollado la propuesta de cableado enterrado y la generación de las soluciones técnicas necesarias para completar su recorrido.

El alcance de ENDESA se describe en los siguientes puntos:

- Diseño y permisos: todo lo relativo a los trabajos de civil para las posiciones de línea, electromecánicas, P&C y COM.
- Suministros: todo lo referente a las posiciones de las líneas de conexión, excepto: cable AT, terminales de conexión AT, cajas de terminales de puesta a tierra para pantallas de cables y FO, FO (repartidor de fibra) para instalación en rack.
- Instalación: todo lo relativo a las conexiones de las posiciones de línea, incluidas las excepciones de Suministros.
- Puesta en servicio y pruebas: todo lo relativo a las conexiones de las posiciones de línea, incluidas las COM, apoyo a las pruebas de cable y prueba de estabilidad de relé de protección diferencial de línea AWS.

Por otro lado, se describe el alcance de AWS en los siguientes puntos:

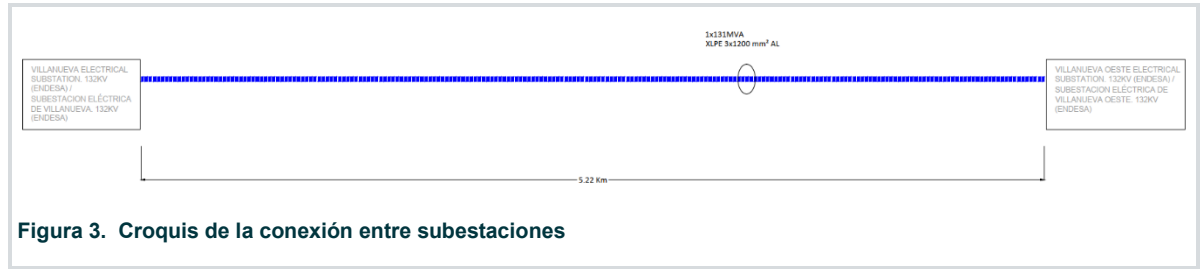
- Suministros: cable de AT hasta el punto de conexión, FO hasta el rack de COM, terminales de conexión de AT, cajas de puesta a tierra para las pantallas de los cables y repartidor de fibra FO.
- Instalación: coordinación y apoyo en la entrada de cables de AT y tendido de FO a la subestación de ENDESA.
- Puesta en servicio y pruebas: pruebas de cables de AT, pruebas de estabilidad de relés de protección diferencial de línea y apoyo en las pruebas de puesta en servicio de COM y P&C

La instalación de los cables se realiza para la conexión, como se indica en la tabla siguiente, entre la subestación Villanueva de Gállego y la subestación Villanueva de Gállego Oeste. Esta línea será transferida a ENDESA después de la puesta en servicio de la línea y su longitud total es de unos 5,2 km.

Tabla 1. Puntos de conexión

Tensión de red	Punto de conexión
132 kV	ENDESA realiza todo el diseño, infraestructura y montaje dentro de los límites de la subestación. El alcance del proyecto comienza desde el límite exterior de la subestación con el cable enterrado hasta las celdas GIS de la subestación del campus.

Se muestra a continuación un croquis con la conexión entre subestaciones.



La compensación de energía reactiva se realizará en las barras de la subestación Villanueva de Gállego Oeste y no es objeto de este proyecto.

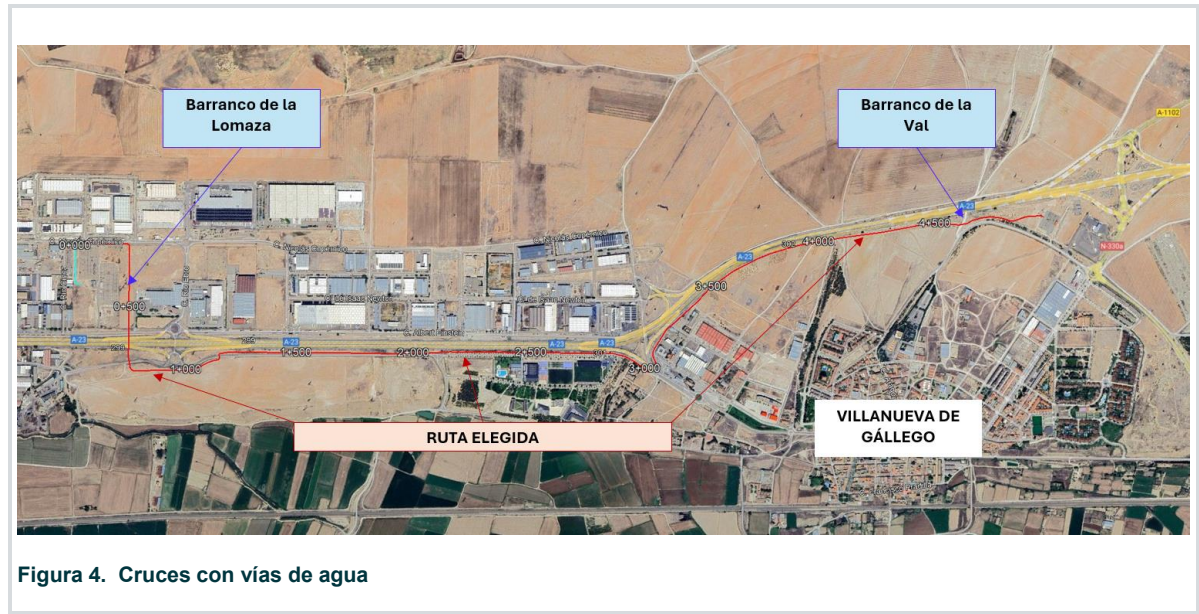
6. Descripción de Afección

En la tabla siguiente se da la relación de afecciones de la Línea en proyecto con servicios de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Tabla 2. Afección

Tipo de curso de agua	Nombre	Posición del cruce
Barranco	De la Lomaza	Este: 679124.45 m
		Norte: 4623467.49 m
Barranco	De la Val	Este: 680020.88 m
		Norte: 4626800.46 m

Fuente: creación propia



De acuerdo con la información disponible, ninguna de las masas de agua tiene caudal continuo, siendo además el Barranco de la Lomaza fuertemente alterado y transformado por la red de drenaje superficial del Polígono Industrial San Miguel.

El cruce de estos barrancos se prevé mediante el método constructivo de excavación convencional en periodo estival, por lo que en el proyecto de construcción se incluirán aquellos requisitos técnicos medioambientales a seguir para limitar y restaurar la zona afectada.

Las distancias de los conductores, apoyos y zanjas en los cruces serán las que se especifican en los correspondientes planos que se adjuntan cumpliendo las prescripciones señaladas en el vigente Reglamento de la Líneas Eléctricas de Alta Tensión y legislación aplicable en lo que respecta a distancias de seguridad.

7. Línea Subterránea de media Tensión

7.1 Trazado De La Línea Subterránea

El trazado conecta la subestación de Villanueva de Gállego con la subestación de Villanueva de Gállego oeste, a través de los caminos paralelos a la autovía A-23 (rojo en la imagen). Esta fue la opción elegida por tener tramos rectos de gran longitud, y por ser la más corta. Esta opción presenta la ventaja de no cruzar con vías de tren, aunque sí tiene que cruzar bajo la autopista A-23.

El trazado, en su primer tramo pasa a través del polígono Industrial de San Miguel y cruza la carretera A-23 llegando a una zona entre las parcelas exteriores y las vías de servicio. Se prevé resolver este cruce con una hinca horizontal por debajo de la autovía, y seguir paralelo a la carretera, hasta cruzar una de sus salidas.

El trazado discurre a continuación paralelo a la autovía A-23, hasta que se encuentra con el ramal de conexión de esta hacia Villanueva de Gállego sur. En esta zona se requiere realizar un cruzamiento mediante hinca horizontal bajo la vía de incorporación desde Villanueva de Gállego sur hacia la A-23 en dirección norte.

El trazado continúa desde este punto por caminos sin asfaltar paralelos a la autovía A-23 hasta llegar a la subestación de Villanueva Oeste, donde se accede desde el camino directamente.



Figura 5. Ruta para VDG1E

7.2 Cable

Aquí se describen las características principales del cableado eléctrico y componentes necesarios al proyecto VDG1E:

Tabla 3. Para la línea de 132 kV. Características de la Línea Subterránea de Alta Tensión de 132 kV

Tensión nominal	132 kV
Categoría	Primera
Potencia a transportar	131 MVA por circuito
Capacidad de transporte por circuito	131 MVA
Nº de circuitos	1
Nº de conductores por fase	1
Disposición conductores	1 conductor por tubo. Disposición en tresbolillo.
Tipo de canalización	Tubo PEAD. Diámetro 200 mm. Hormigonada
Sección de conductor	1200 mm ²
Tipo de conductor	Material: aluminio. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

7.3 Descripción y Características de la Obra Civil

7.3.1 Método Constructivo

En esta sección se definirán los métodos de construcción y los requisitos técnicos que se están considerando en esta fase del diseño.

La línea eléctrica subterránea irá encapsulada en un prisma de hormigón, que asegurará la adecuada protección térmica y eléctrica, facilitando también su instalación.

Se han considerado dos métodos de construcción principales, método convencional y método por perforación horizontal. A su vez, también se han considerado los siguientes factores:

- Geotécnicos: análisis de los distintos tipos de suelo para garantizar la estabilidad de la zanja
- Profundidad de la instalación: afecta al tipo de excavación, en particular a la pendiente y a la necesidad de apuntalamiento.
- Tipo de cable y tensión nominal
- Trazado: según atravesase suelo público, privado o suelos de especial protección gestionados por Organismos Gubernamentales.

7.3.1.1 Método convencional: Zanja

En esta sección se definen el método de construcción que se ha considerado en fase de diseño.

La línea eléctrica subterránea irá encapsulada en un prisma de hormigón, que asegurará la adecuada protección térmica y eléctrica, facilitando también su instalación.

El método definido como convencional consiste en excavar la zanja con medios mecánicos. Al excavar la zanja, debe prestarse especial atención a la pendiente de excavación y al drenaje de la posible agua subterránea, para que la sección excavada se mantenga estable. Para excavaciones por debajo de 1,5 m, se aplican disposiciones especiales acorde a las normas de salud y seguridad (NTP 278), y, por tanto, se prevé el uso de bermas.

Adicionalmente, el método convencional también se contempla la posibilidad de emplear como medio mecánico de excavación zanjadoras sobre orugas, pero única y exclusivamente en aquellos entornos donde no existan servicios susceptibles de ser afectados.

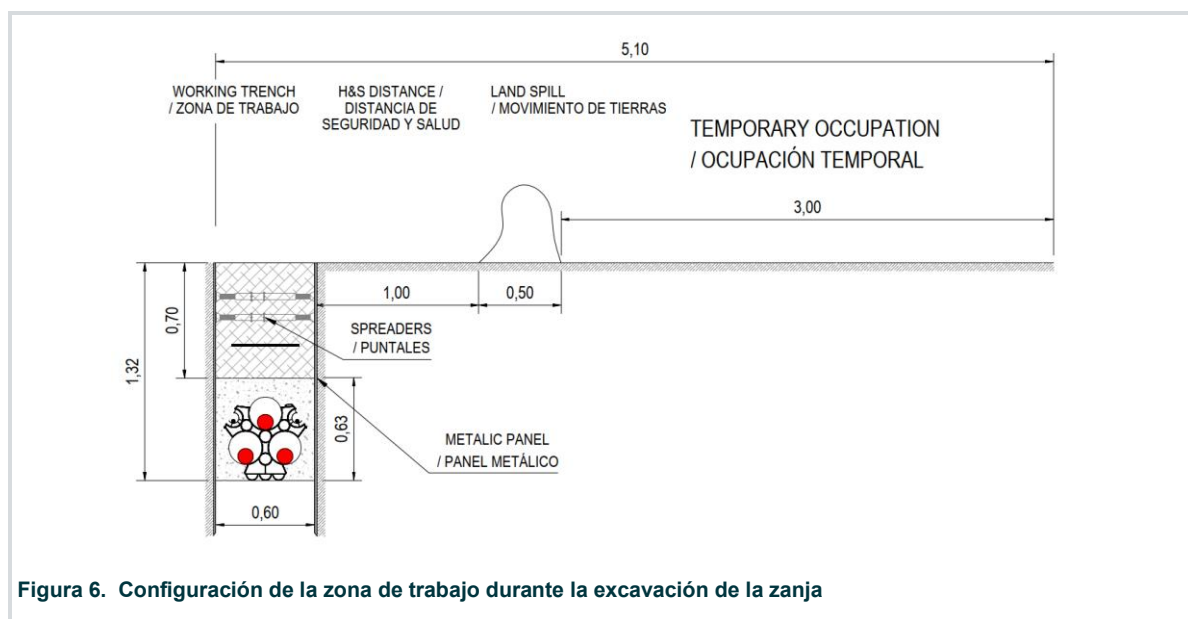


Figura 6. Configuración de la zona de trabajo durante la excavación de la zanja

El material excavado se depositará en uno de los laterales, a una distancia mínima de 1 m del borde excavado. El exceso de tierra que no se considere para relleno se colocará en un lugar autorizado y, de ser necesario, se aplicarán medidas de mitigación medioambiental.

Una vez excavada la zanja, y de acuerdo con la sección tipo descrita en el capítulo correspondiente a la descripción eléctrica del proyecto, los tubos irán colocados sobre una solera de hormigón HM-20. Tras colocar los tubos de la terna, se seguirá hormigonando con HM-20 hasta 10 cm por encima de la parte superior de los mismos. El relleno con tierras procedentes de la excavación, desde la cara superior del dado de hormigón hasta la coronación de la zanja, se realizará con un mínimo grado de compactación del 95% Proctor Normal o Modificado, de acuerdo con el análisis geotécnico posterior. Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación. La reposición del pavimento será de la misma naturaleza que la existente, sin variar en lo posible la sección tipo.

La cinta de señalización, 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, inmediatamente posterior a la primera tongada de relleno.

En todo momento, tanto en el plano vertical como en el horizontal, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a soterrar, así como el radio de curvatura permitido para el tubo utilizado para la canalización. Por este motivo, la presencia de un servicio existente conlleva el ajuste de la rasante de la conducción subterránea, teniendo en cuenta las distancias mínimas para cruces y/o paralelismos. Aun respetando el radio de curvatura indicado, se evitará diseñar una zanja cuya rasante presente continuas subidas y bajadas que podrían dificultar e incluso impedir el tendido de los cables.

7.3.1.2 Método de Perforación horizontal

Esta técnica sólo se utilizará cuando no es posible la ejecución de zanjas o se vean afectadas infraestructuras y dominio público, en particular los cruces de la Autovía A-23 y sus accesos.

Esta técnica presenta como ventaja principal la menor alteración del entorno físico frente al método convencional. Sin embargo, necesita obras auxiliares como los pozos de ataque. Se requiere de accesos para transportar la maquinaria requerida para la ejecución, una plataforma de trabajo según el tipo de maquinaria seleccionado, así como unas pequeñas excavaciones (pozos de entrada y de salida) para iniciar la perforación.

Las características de las perforaciones horizontales previstas son las siguientes:

Autopista A-23:

- Longitud aproximada de la perforación: 103 metros.
- 1 perforación con una camisa de 800 mm de diámetro.
- Profundidad bajo cota superior de explanada hasta la corona de la camisa: 4 metros.
- Existen 4 servicios: 1 línea de media tensión enterrada y 3 líneas de fibra óptica enterradas.
- Distancia mínima a los servicios existentes: 1 metro.

Acceso a A-23 (acceso 301):

- Longitud aproximada de la perforación: 45 metros.
- 1 perforación con una camisa de 800 mm de diámetro.
- Profundidad bajo cota superior de explanada hasta la corona de la camisa: 3.6 metros.
- No existen servicios en el cruce.

7.3.2 Instalaciones Auxiliares y Accesos

Los elementos auxiliares, tanto de carácter temporal como permanente, son instalaciones auxiliares como por ejemplo los parques de maquinaria, almacenes de materiales, instalaciones provisionales de obra, así como los caminos de obra que se emplearán para el tránsito de vehículos y/o acceso a la ubicación de las labores de ejecución.

7.3.2.1 Zona de Instalaciones Auxiliares

En el proyecto se ha previsto la siguiente zona para la localización de instalaciones.

Tabla 3 VDG1E Zona de Instalaciones Auxiliares

Latitud	Longitud	Superficie
Norte: 4625520.20 m	Este: 679512.04 m	35.000 m2



Figura 7. Zona de instalaciones auxiliares durante la ejecución de la obra

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202503621. Fecha Visado: 18/09/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.
Nº Colegiado: 11207. Colegiado: ROBERTO FERNÁNDEZ ARENAS. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod Ver.: 32705822.

7.3.2.2 Accesos a la Obra

Como caminos de obra se emplearán, siempre que sea posible, la superficie a ocupar por el Proyecto y los caminos y carreteras existentes.

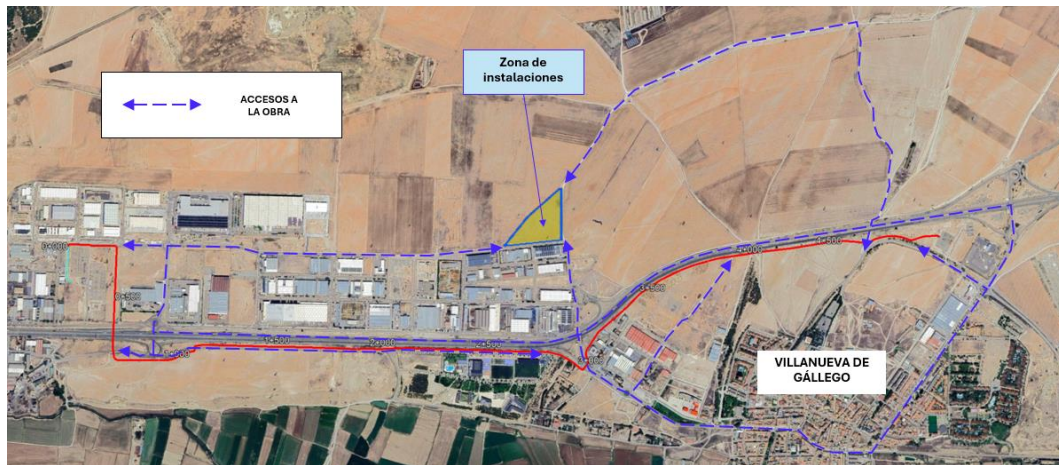


Figura 8. Accesos a la obra

7.4 Descripción de la instalación eléctrica

7.4.1 Composición de cables en zanja

Se presenta una distribución de cables en tresbolillo dentro de tubos corrugados de PEAD por los que discurren los cables eléctricos en una instalación tubular hormigonada, instalándose los cables bajo tubo, de forma que 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.

Los tubos corrugados de PEAD que se dispongan para los cables de potencia tendrán un diámetro exterior de 200 mm. También se instalarán dos tubos PEAD de 63 mm de diámetro para la colocación de los cables de comunicaciones de fibra óptica y de la puesta a tierra.

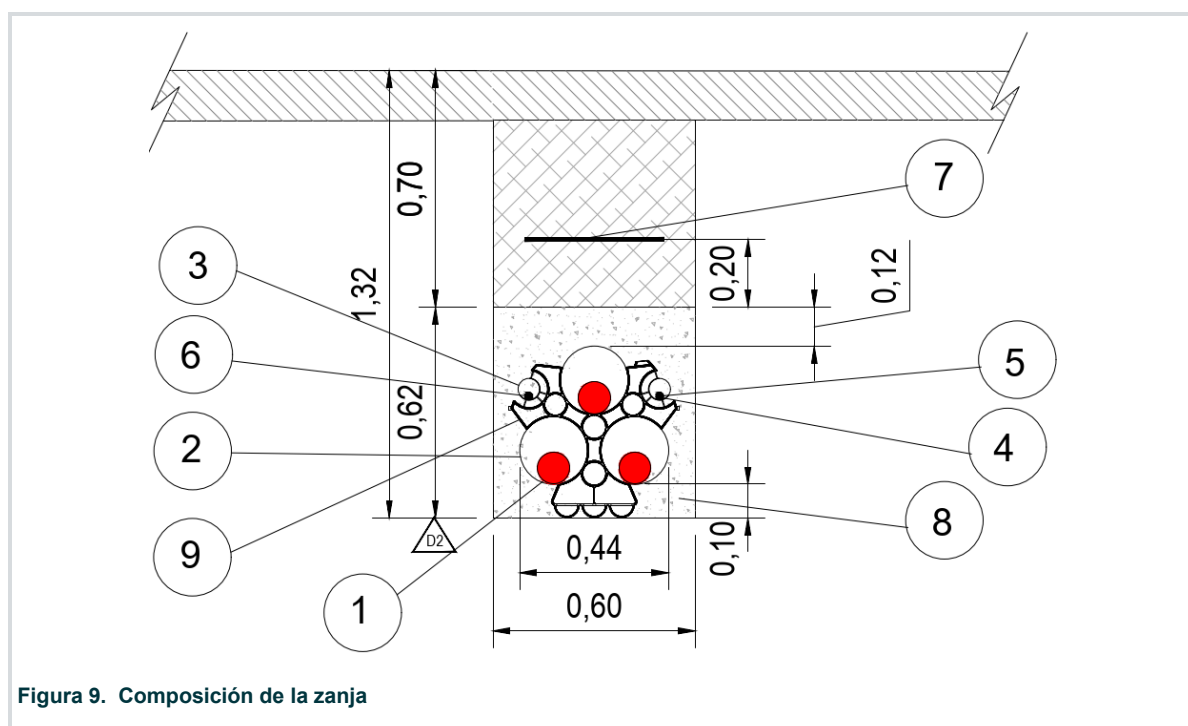


Figura 9. Composición de la zanja

1. Cable de potencia 132 kV XLPE 1200 mm² aluminio.
2. Tubo corrugado PEAD para circuito de potencia de 132 kV. Diámetro exterior 200 mm.
3. Tubo liso de PEAD para cable de tierra. Diámetro exterior 63 mm.
4. Tubo liso de PEAD para fibra óptica. Diámetro exterior 63 mm.
5. Cable de fibra óptica.
6. Cable de tierra.
7. Cinta de advertencia.
8. Hormigón en masa HM-20.
9. Separador de tubos.

7.4.2 Cámaras de Empalme

Se distribuyen a lo largo de recorrido de las líneas para realizar los empalmes de los cables y asegurar la continuidad de las conexiones a tierra. Presentan además arqueta para puesta a tierra de los cables, así como otra arqueta para la fibra óptica. Ambas arquetas irán adosadas a las cámaras de empalme.

La distancia de separación de estas cámaras depende de la tensión máxima mecánica que puede soportar el cable durante la instalación, de la longitud máxima de las bobinas de cable y de la disposición geográfica de las mismas para facilitar su acceso y operación de mantenimiento cuando sea necesario.

Las cámaras de empalme están diseñadas para soportar todo tipo de esfuerzo vertical u horizontal transmitido por vehículos habituales en el tránsito de los caminos rurales, así como por el empuje vertical de otros efectos del terreno, como la presencia de elevado nivel freático.

Los cables y empalmes serán fijados, en el interior de las cámaras, mediante bridas a la solera para evitar posibles esfuerzos.

En las cámaras en las que se deba realizar puesta a tierra de las pantallas, deben hincarse por cada circuito cuatro picas en las esquinas y unirse formando un anillo mediante conductor de cobre desnudo mínimo de 150 mm².

Cuando sea necesario conectar las pantallas metálicas a una caja de transposición de pantallas para conexión cross-bonding o a una caja de puesta a tierra a través de descargador, se facilitará la salida de los cables coaxiales de interconexión a través de un agujero en las paredes de la cámara de empalme, para llevarlos hasta la caja correspondiente, la cual se situará lo más próxima posible a la cámara de empalme.

En este proyecto no se prevé el paso de la zanja por zonas que requieran estructuras adicionales a las de las arquetas estrictamente necesarias.

La configuración se muestra en la imagen representada abajo:

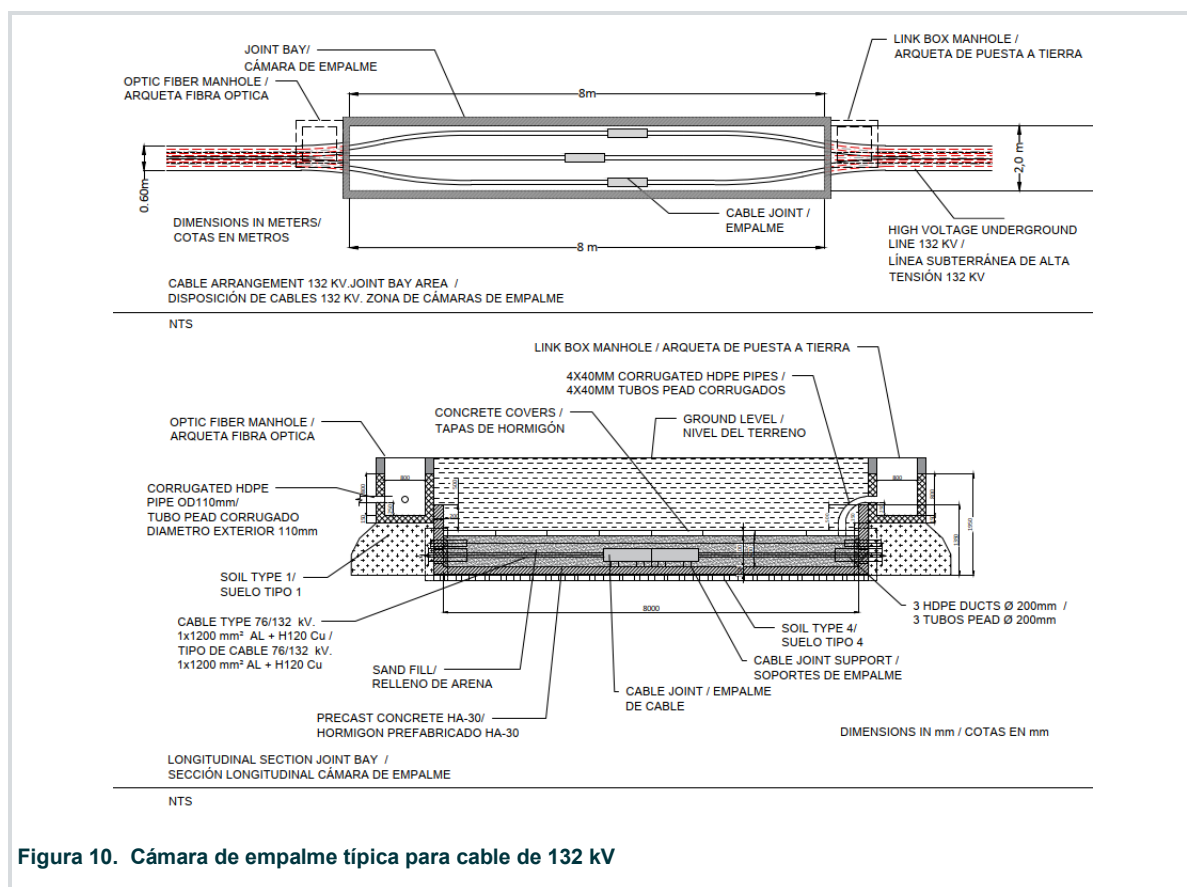


Figura 10. Cámara de empalme típica para cable de 132 kV

Las cámaras son de tipo no visitable así que no disponen de acceso para personal. Sólo resultan accesibles desde el nivel de suelo la arqueta de puesta a tierra y la arqueta de fibra óptica.

Para cualquier labor de acceso a la cámara de empalme será necesario mover la capa de terreno superior.

Las dimensiones interiores aproximadas son de 8 metros por 2 metros

Una vez realizados los empalmes de los cables y las pruebas de instalación y, tras colocar un lecho de arena para los mismos, la cámara se rellenará de arena de río o mina, de granulometría entre 0,2 y 1 mm, y de una resistividad de 1 K.m/W, colocándose encima de este relleno de arena una capa de hormigón HM-20 de 10 cm como protección.

7.4.3 Arquetas

Las arquetas serán arquetas normalizadas clase B, con una profundidad máxima 120 cm, según lo definido en la norma UNE 133100-2:2021.

En la siguiente figura se presenta la arqueta de puesta a tierra con sus componentes y sus elementos complementarios:

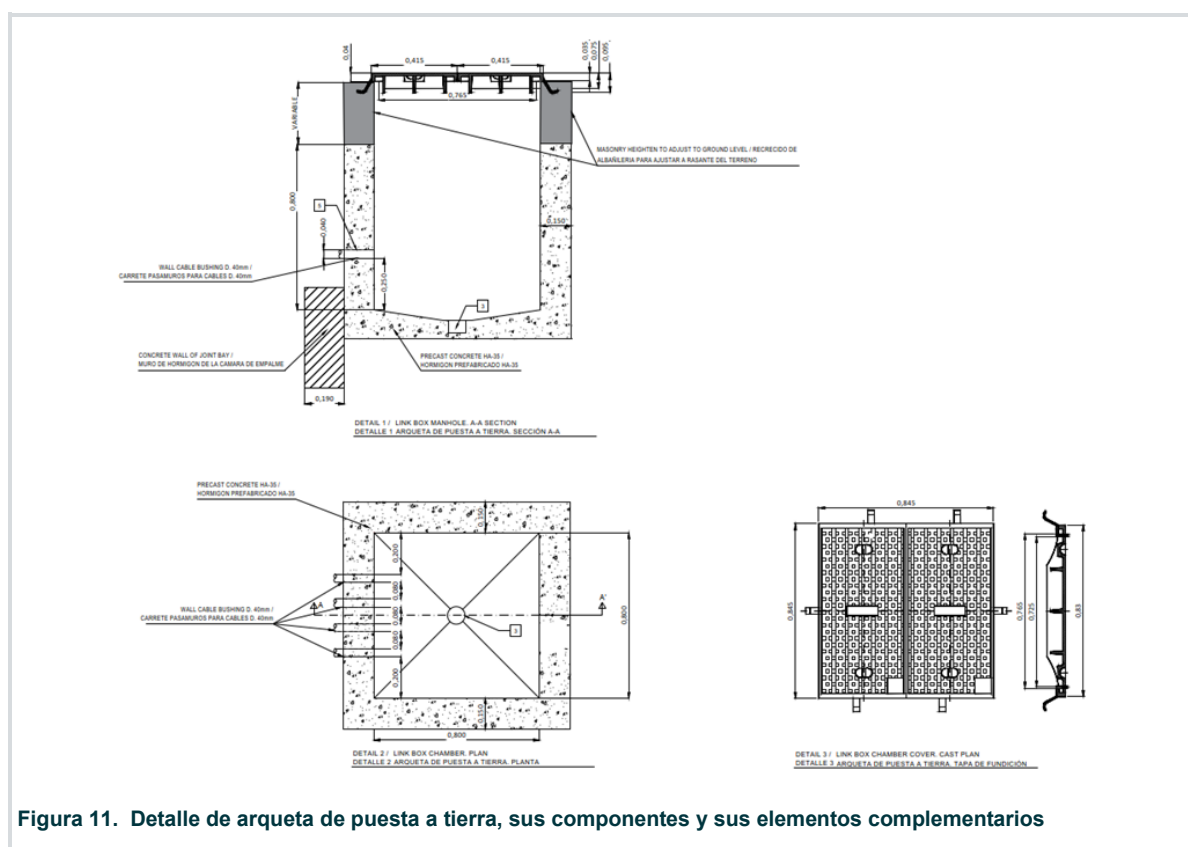


Figura 11. Detalle de arqueta de puesta a tierra, sus componentes y sus elementos complementarios

1. Paredes
2. Solera
3. Pocillo de achique y rejilla
4. Ganchos de tiro
5. Entrada de conductor

En la siguiente figura se presenta la arqueta de fibra óptica con sus componentes y sus elementos complementarios:

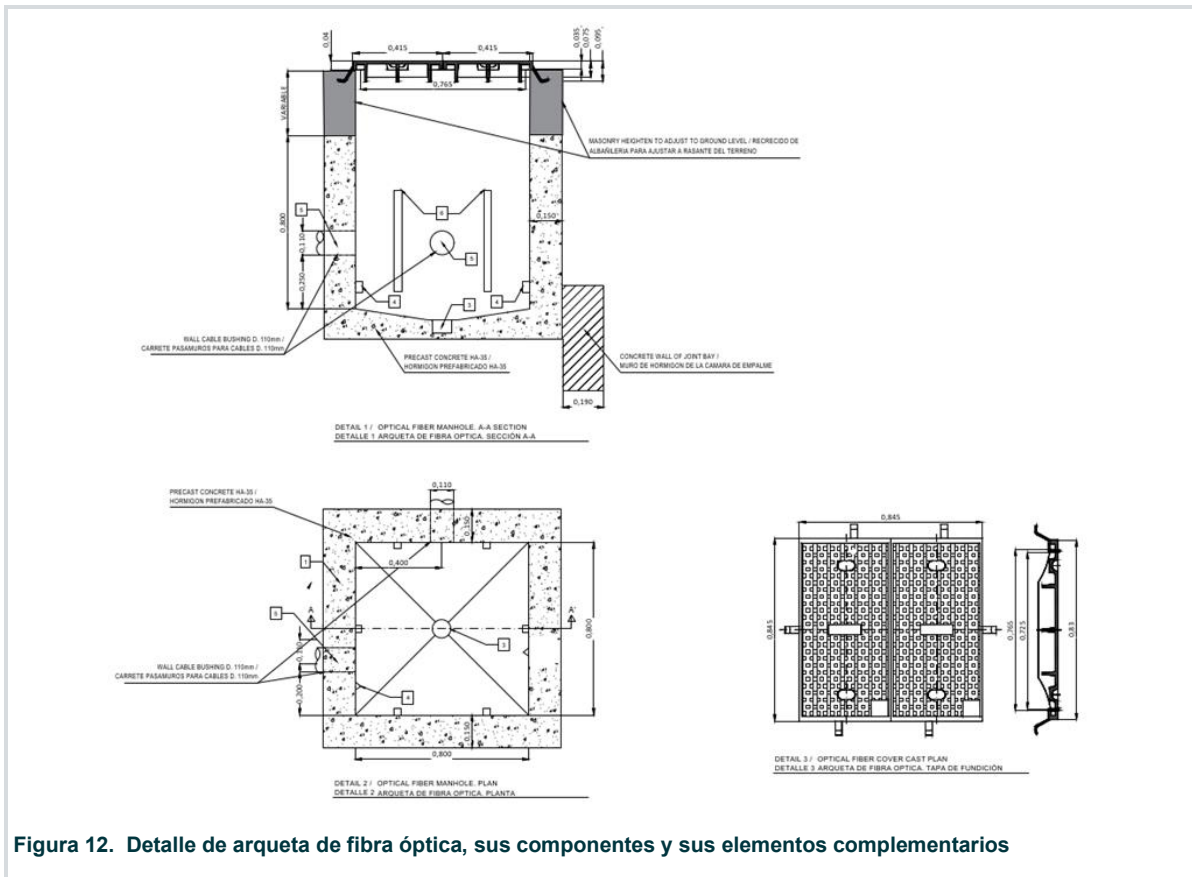


Figura 12. Detalle de arqueta de fibra óptica, sus componentes y sus elementos complementarios

1. Paredes
2. Solera
3. Pocillo de achique y rejilla
4. Ganchos de tiro
5. Entrada de conductor
6. Soporte de cables

7.4.4 Empalmes

Todos los empalmes llevarán una envolvente para su protección mecánica una vez instalados. Esta envolvente deberá tener como mínimo las mismas características de resistencia mecánica que la propia cubierta del cable y garantizar la estanqueidad. Deberá cumplir con las características indicadas en la norma de empalmes para cables subterráneos de alta tensión KNE002

El aislamiento principal de los empalmes prefabricados consiste en dos conos deflectores premoldeados, denominados adaptadores, y una unidad de resina epoxi o similar como cuerpo principal del empalme.

El empalme dispondrá de una carcasa de protección que tendrá, como mínimo, las mismas características de resistencia mecánica que la propia cubierta del cable.

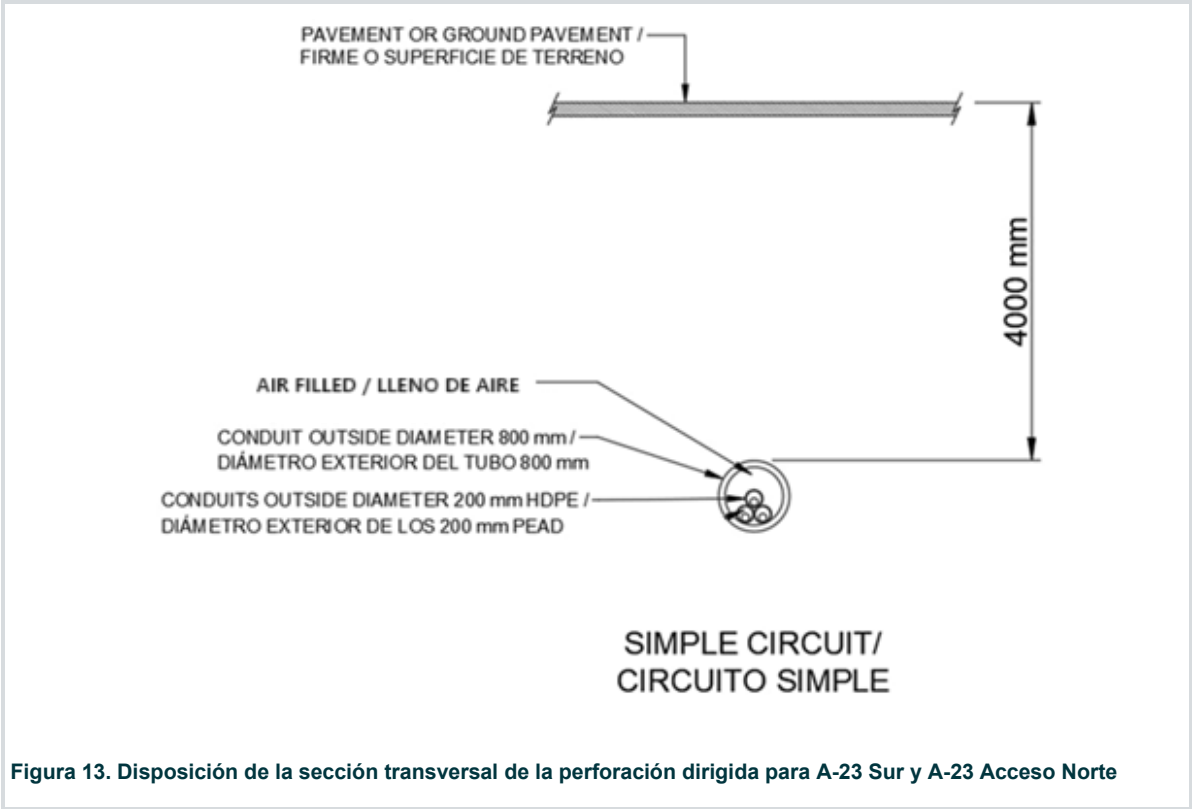
7.4.5 Pasos de infraestructuras

Se han identificado varias zonas en las que el recorrido del cable tiene que atravesar varias infraestructuras. Para la realización de estos pasos, la distribución de los cables en el interior del tubo de perforación se hará como se indica en la figura de la perforación dirigida. Algunas de las distancias mínimas a respetar en el cruzamiento están dadas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Pasos de infraestructuras

Infraestructura	Distancia mínima a respetar en el cruzamiento
Vía ferrocarril	1,3 metros
Autopista	0,6 metros
Río	1,5 metros

El cliente define la disposición de los cables para un escenario de HDD típico. Las profundidades de enterramiento para las dos ubicaciones especificadas se modelan junto con la separación horizontal de los conductos, para lograr una separación mínima sin superar el límite de temperatura de 90 °C para el conductor. Consulte la siguiente figura para ver la sección transversal representativa.



Cabe aclarar que el tubo de diámetro exterior 800 mm que se indica en la figura es un tubo de acero con un diámetro interno de 654.6 mm.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202503621. Fecha Visado: 18/09/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.
Nº Colegiado: 11207. Colegiado: ROBERTO FERNÁNDEZ ARENAS. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod Ver: 32705822.

7.4.6 Transición aérea-subterránea

Este tipo de paso aéreo-subterráneo será necesario para la conexión de la línea de 132 kV con las subestaciones de compañía Villanueva de Gállego y Villanueva de Gállego Oeste.

Si bien no son objeto del presente proyecto ejecutivo, se describe brevemente los elementos que la constituyen. Estará formado por apoyo, amarre, pararrayos, terminales, puesta a tierra, cerramiento y obra civil correspondiente que permite la continuidad de la línea eléctrica.

Las características del apoyo y del resto de elementos quedan definidas en los requisitos indicados en la especificación “LRZ001 Especificaciones Particulares para Líneas Aéreas de Alta Tensión > 36 kV” y en el Apartado 6.3 Sistemas de Puesta a Tierra de la norma KRZ001.

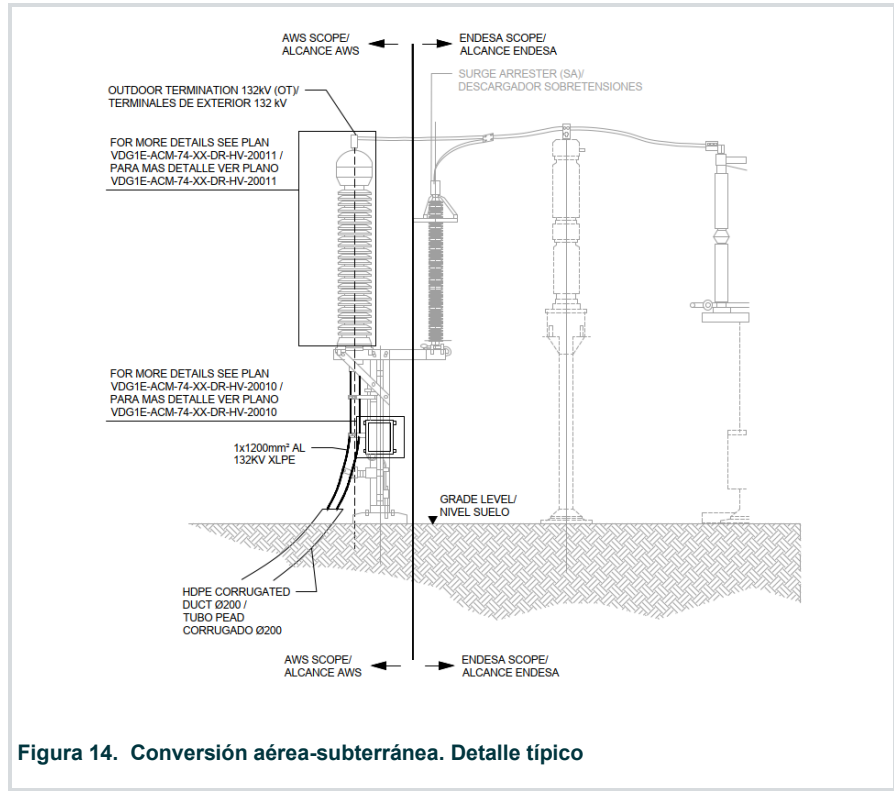
En lo que a la disposición del cable subterráneo se refiere, quedarán sobre la parte central de una de las caras del apoyo. La curvatura de los cables en el tramo entre la cruceta y el cuerpo del apoyo respetará en todo momento los radios de curvatura mínimos.

Tabla 5. Radio de curvatura mínimo

Tensión	Diámetro mínimo (m)
132 kV	1,9 metros

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.



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202503621. Fecha Visado: 18/09/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.
 Nº Colegiado: 11207. Colegiado: ROBERTO FERNÁNDEZ ARENAS. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod Ver.: 32705822.

7.4.7 Características de los Materiales

7.4.7.1 Cable 132kV

Se trata de un 132 kV cable de aluminio con una sección de 1200 mm², según la configuración que se muestra en la siguiente figura.



Figura 15. Imagen descriptiva del cable de 132 kV

1. Conductor: Cuerda redonda sectorial taponada de hilos de aluminio de 1200 mm² según IEC 60228.
2. Semiconductora interna: Capa extrudida de mezcla semiconductora.
3. Aislamiento: Polietileno reticulado, XLPE.
4. Semiconductora externa: Capa extrudida de mezcla semiconductora no separable en frío.
5. Obturación longitudinal al agua: Cinta semiconductora bloqueante del agua.
6. Pantalla metálica: Alambres de cobre en hélice (con cinta equipotencial de cobre).
7. Separador: Cinta semiconductora bloqueante del agua.
8. Obturación radial al agua: Lámina de aluminio con solape termosoldado y adherida a la cubierta.
9. Cubierta externa: poliolefina tipo ST12 de baja emisión de humos de color gris, libre de halógenos, no propagador de la llama con capa exterior semiconductora extrudida juntamente con la cubierta.

7.4.7.2 Cables de Fibra Óptica

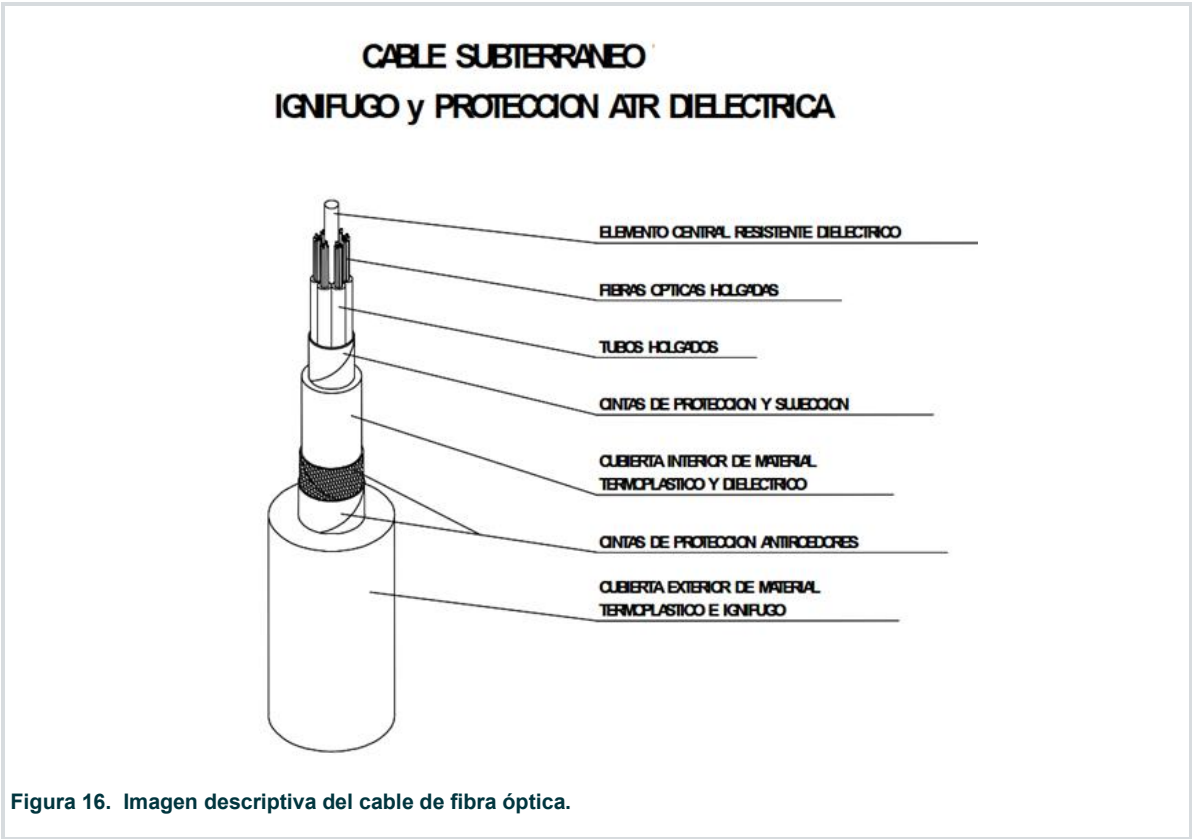
Se dispondrá de cables de fibra óptica de 48 fibras del tipo monomodo. El mismo será tendido en su correspondiente tubo para fibra óptica contiguo a la canalización de los cables de potencia, tal como se muestra en la figura del apartado 11.1, figura 8. Composición de la zanja.

Las características mecánicas del cable de fibra óptica se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Características mecánicas del cable de fibra óptica

Número de fibras	48
Diámetro exterior del cable (mm)	≤ 18
Resistencia a la tracción máxima (daN)	≤ 1000
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 continua en servicio de 90°C.



No se instalarán fibras de diferente tipo por el mismo tubo. Además de ello, el cable de fibra deberá disponer de armaduras antirroedores dieléctrica, así como cubierta exterior de polietileno resistente al fuego.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202503621. Fecha Visado: 18/09/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.
Nº Colegiado: 11207. Colegiado: ROBERTO FERNANDEZ ARENAS. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod Ver.: 32705822.

Características Principales de la Fibra Monomodo Convencional:

Se trata de una fibra monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1300 nm, optimizada para uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que puede utilizarse también a longitudes de onda en la región de 1550 nm, (en las que la fibra no está optimizada).

- Diámetro campo modal ($\lambda=1310$ nm): 9,5+- 0,5 μ m
- Diámetro del revestimiento: 125 +- 1 μ m.
- Diámetro del recubrimiento: 250 +-15 μ m.
- Error de concentricidad núcleo/revestimiento: $\leq 0,6$ μ m
- No circularidad del revestimiento: $\leq 1,0$ %
- No circularidad del recubrimiento: $\leq 6,0$ %
- Coeficiente de atenuación del cable en bobina:
 - ✓ Para $\lambda = 1310$ nm $\leq 0,36$ dB/km
 - ✓ Para $\lambda = 1550$ nm $\leq 0,22$ dB/km
- Coeficiente de atenuación $1310 \leq \lambda \leq 1625$ nm: $\leq 0,4$ dB/km
- Coeficiente de dispersión cromática del cable:
 - ✓ $1285 \leq \lambda \leq 1330$ nm $\leq 3,5$ ps/(nm·km)
 - ✓ $1525 \leq \lambda \leq 1575$ nm ≤ 20 ps/(nm·km)
- Se verificará la no-existencia de discontinuidad.
- Prueba de tracción 1seg. (Proof test): 1 %
- Longitud de onda de corte: ≤ 1280 nm

Los tubos holgados que alojan las fibras ópticas se identificarán por su color y contendrán 12 fibras.

En el interior de cada tubo de 12 fibras, las fibras ópticas se identificarán por su color.

Los colores básicos a utilizar se establecerán de acuerdo con la Norma ANSI/EIA/TIA-598-1995 y responderán al siguiente código:

- Código de colores en tubos de 12 fibras:

Azul, Naranja, Verde, Marrón, Gris, Blanco, Rojo, Negro o Natural, Amarillo, Violeta, Rosa y Turquesa, entendiendo como turquesa el azul claro y el azul como oscuro.

7.4.7.3 Cables de Puesta a Tierra

- **CABLE CONCÉNTRICO**

Estos cables se utilizarán en los puntos de empalme de cruzamiento de pantallas o cross-bonding. Las pantallas de los dos lados del empalme serán el interior y el exterior del cable concéntrico. Las conexiones estarán diseñadas para minimizar la longitud de este tipo de cables, que no deberá sobrepasar los 10 m.

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 7. Sección mínima cables de tierra concéntricos

Tensión nominal	Sección del conductor
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.

- **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 8. Características del cable unipolar de tierra. Sección mínima

Tensión nominal	Sección del conductor
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.

- **CABLE DE CONTINUIDAD DE TIERRA**

Un conductor de continuidad a tierra (ECC) es un conductor aislado colocado para proporcionar una ruta de retorno continua para la corriente de falla. Se instala paralelo a los cables de alimentación a lo largo de toda la línea. El tamaño del conductor ECC debe ser suficiente para transportar toda la corriente de falla del sistema de cables. La distancia entre el circuito del cable y el circuito del cable debe ser lo suficientemente estrecha como para limitar el aumento de tensión de la funda en caso de avería. Dado que el ECC está expuesto a la inducción magnética de los cables de alimentación (como cualquier otro conductor paralelo), debe transponerse durante el recorrido para reducir las corrientes circulantes y las pérdidas.

Se conectará al anillo de puesta a tierra de cada cámara de empalme (mediante una barra de unión equipotencial) y a los anillos de puesta a tierra situados en los extremos de la sección del cable subterráneo.

El cable debe tener un conductor de cobre y un aislamiento de XLPE.

Tabla 9. Conductor de continuidad de tierra (ECC). Sección transversal mínima

Tensión nominal	Sección del conductor
132 kV	120 mm ²

- **CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO**

Estos cables se utilizarán para los anillos de puesta a tierra de cada cámara de empalme y cada arqueta de puesta a tierra.

El conductor es de cobre desnudo recocido, clase 2 según norma UNE-EN 60228, EN 60228, IEC 60228, y está formado por varios alambres cableados de sección circular, cuya cantidad varía según la sección nominal.

La sección de este conductor debe ser igual o mayor que la sección de la pantalla y como mínimo:

Tabla 10. Sección mínima del conductor de cobre desnudo

Sección del conductor
120 mm ²

7.4.7.4 Estrategia de conexión de puesta a tierra de las pantallas

La conexión equipotencial a tierra de las pantallas de los cables será mediante cross-bonding seccionado, con 8 cámaras de empalme y una interdistancia de 580 metros. Las pantallas metálicas se conectarán a una caja de conexión ubicada fuera de la cámara de empalme donde se hará la transposición. Esto reduce las corrientes circulantes en las pantallas metálicas al reducir las tensiones inducidas mediante la inclusión de descargadores de tensión. Por otro lado, en los puntos donde se realice el seccionado, se instalarán cajas de puesta a tierra directa.

Se realiza la permutación de las fases y de las pantallas en los empalmes intermedios de los tramos elementales que componen cada sección independiente, y se conectan las pantallas de los tres cables a tierra a través de descargadores de tensión.

No obstante, en los puntos donde se conecten las pantallas y esta conexión sea accesible, las tensiones inducidas no podrán ser superiores a 65 voltios.

En los extremos de la línea, la conexión se realizará una conexión rígida a tierra.

El tendido del cable se realizará desde las propias cámaras de empalme sin necesidad de arquetas de tiro.

7.4.7.5 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. Las cajas de puesta a tierra de las pantallas irán en el interior de las arquetas de puesta a tierra que irán anexas a las cámaras de empalme.

Las cajas de puesta a tierra serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de alguno de los elementos alojados sin que se produzcan daños a elementos externos cercanos. En su interior se incluirán limitadores de tensión (SVL).

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-EN 60529 y un grado de protección mecánica frente a impactos IK10 según UNE-EN 62262.

Las características generales de los limitadores de tensión (SVL) se describen en la siguiente tabla:

Tabla 11. Características del limitador de tensión (SVL)

Norma aplicada	IEC 60099-4
Tensión (U_r)	6 kV
Tensión máxima de funcionamiento continuo (U_c)	4,8 kV
Corriente nominal de descarga (I_n , 8/20 μ s)	10 kA
Clasificación del descargador según EN 60099-4: 2014	SL
Capacidad nominal de transferencia de carga repetitiva Q_{rs}	1,6 C
Potencia térmica nominal W_{th}	56 kJ

7.4.8 Hitos de señalización de la zanja

Para advertir de la existencia de cables de alta tensión en el interior de una zanja, se utilizará una cinta señalizadora de la presencia de cables con el anagrama de la empresa eléctrica, según norma ETU 205A. Su finalidad es exclusivamente advertir de la presencia del prisma bajo ella, frente a obras de terceros, a cuyos efectos llevará una leyenda de advertencia, en sentido longitudinal y centrada en la anchura de la malla.

Esta cinta se colocará sobre la primera tongada de tierra de relleno.

Quando se indique en el Proyecto, se realizará la señalización exterior de la canalización, colocando placas de señalización a lo largo del tendido a una distancia máxima de 50 metros entre ellos y teniendo la precaución que desde cualquiera se vea, al menos, el anterior y posterior. También se señalarán los cambios de sentido.

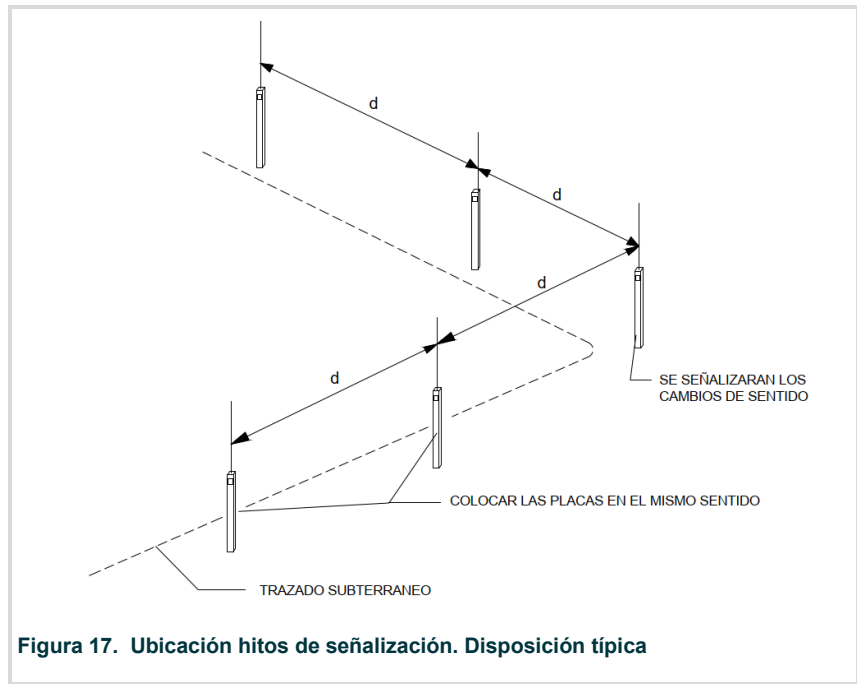


Figura 17. Ubicación hitos de señalización. Disposición típica

7.4.9 Campos electromagnéticos

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptan las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de dichas instalaciones, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente de 50Hz en los diferentes elementos de las instalaciones.

Se comprobará que no se supere el valor establecido en el RD 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 sanitarias frente a emisiones radioeléctricas”. La comprobación de que no se supera el valor establecido se realizará mediante cálculos para el diseño correspondiente.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, en su Anexo II, sobre los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas, se establecen restricciones básicas teniendo en cuenta las variaciones que puedan introducir las sensibilidades individuales y las condiciones medioambientales, así como el hecho de que la edad y el estado de salud de los ciudadanos varían.

Tabla 12. Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz)

Gama de frecuencia	Inducción magnética (mT)	Densidad de corriente (mA/m ²)	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR Localizado (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR Localizado (miembros) (W/kg)	Densidad de potencia S (W/m ²)
0 Hz	40	–	–	–	–	–
>0-1 Hz	–	8	–	–	–	–
1-4 Hz-	–	8/f	–	–	–	–
4-1.000 Hz	–	2	–	–	–	–
1.000 Hz – 100 kHz	–	f/500	–	–	–	–
100 kHz – 10 MHz	–	f/500	0,08	2	4	–
10 MHz – 10 GHz	–	–	0,08	2	4	–
10 – 300 GHz	–	–	–	–	–	10

7.4.9.1 Niveles de referencia

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, también hace referencia a los niveles de referencia en cuanto a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos. Los niveles de referencia de la exposición sirven para ser comparados con los valores de las magnitudes medidas. El cumplimiento de los niveles de referencia asegura el respeto de las restricciones básicas.

A la hora de ver los valores prácticos en obra, en el caso de que las mediciones de los valores sean mayores que los niveles de referencia es necesario realizar una evaluación al efecto de comprobar que los niveles de exposición son inferiores a las restricciones básicas, sin que signifique el incumplimiento de las restricciones básicas.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, en su Anexo II, figura un resumen de los niveles de referencia. Por lo general, éstos están pensados como valores promedio, calculados espacialmente sobre toda la extensión del cuerpo del individuo expuesto, pero teniendo considerando que no deben sobrepasarse las restricciones básicas de exposición localizadas.

Por otro lado, en el citado anexo también figuran los niveles de referencia de corriente de contacto. Tal como se refleja en el Real Decreto, cabe considerar que:

“Los niveles de referencia de corriente de contacto) se han establecido para tomar en consideración el hecho de que las corrientes de contacto umbral que provocan reacciones biológicas en mujeres adultas y niños, equivalen aproximadamente a dos tercios y la mitad, respectivamente, de las que corresponden a hombres adultos”.

Tabla 13. 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/m ²)
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	0,2	10

Tabla 14. Niveles de referencia para corrientes de contacto procedentes de objetos conductores

Gama de frecuencia	Corriente máxima de contacto (mA)
0 Hz – 2,5 Hz	0,5
2,5 Hz – 100 kHz	0,2 f
100 kHz - 110 MHz	20

Además, cabe mencionar los niveles de referencia dados por la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) y por la Directiva 2013/35/EU del Parlamento Europeo, dados respectivamente en las siguientes tablas. Estos son los niveles que no se deben superar.

Tabla 15. Niveles de referencia de ICNIRP para 50 Hz

Exposición ocupacional		Exposición del público en general	
Campo Eléctrico (V/m)	Campo Magnético (μ T)	Campo Eléctrico (V/m)	Campo Magnético (μ T)
10000	1000	5000	200

Tabla 16. Niveles de referencia para 50 Hz según Directiva 2013/35/EU

Trabajadores	
Campo Eléctrico (V/m)	Campo Magnético (μ T)
10000	1000

En el presente documento se señala las restricciones básicas y niveles de referencia de acuerdo con la normativa que las instalaciones previstas deberán atender en su fase de operación y puesta en funcionamiento.

Finalmente, cabe mencionar que las líneas eléctricas se encuentran alejadas de núcleos de población. Esto significa que la ocupación prevista sería ocasional tan solo para tareas de mantenimiento y reparaciones. Dicho esto, no se consideran posibles afecciones de los campos electromagnéticos hacia las personas.

8. Conclusiones

Expuesto el objeto de la presente SEPARATA y considerando suficientes los datos en ella reseñados, la sociedad peticionaria espera que las afecciones descritas sean informadas favorablemente por la Confederación Hidrográfica del Ebro y se otorguen las autorizaciones correspondientes para su construcción y puesta en servicio.

El presente proyecto se firma por el Ingeniero Industrial Roberto Fernández Arenas Colegiado por el Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid con el número 11.207.

Madrid a 8 de agosto de 2025.

AECOM Spain DCS S.L.U
Roberto Fernández Arenas.
COIIM nº. 11.207

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202503621. Fecha Visado: 18/09/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.
Nº Colegiado: 11207. Colegiado: ROBERTO FERNÁNDEZ ARENAS. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>. Cod Ver: 32705822.

PLANOS



NOTES / NOTAS			
KEYNOTES / NOTAS CLAVE			
LEGEND / LEYENDA			
ENDESA SUBSTATION LOCATION / LOCALIZACIÓN SUBESTACIÓN DE ENDESA REE SUBSTATION LOCATION / LOCALIZACIÓN SUBESTACIÓN DE REE			
REV	DATE / FECHA	DESCRIPTION / DESCRIPCION	DRN ENG CHK APP
A	07 MAR '25	PIGA EJECUTIVO	JP AG DC JS
CONFIDENTIAL / CONFIDENCIAL			
ANY UNAUTHORIZED USE OR REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IN WHOLE OR IN PART IS PROHIBITED. DELETE THIS DOCUMENT IF YOU HAVE RECEIVED IT IN ERROR. CUALQUIER USO O REPRODUCCIÓN NO AUTORIZADA DE ESTE DOCUMENTO EN SU TOTALIDAD O EN PARTE, ESTÁ PROHIBIDA. ELIMINE ESTE DOCUMENTO SI LO HA RECIBIDO POR ERROR			
MECHANICAL ENGINEER / INGENIERO MECÁNICO:	ELECTRICAL ENGINEER / INGENIERO ELÉCTRICO: AECOM ÁLVARO GONZÁLEZ +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain		
CIVIL ENGINEER / INGENIERO CIVIL: AECOM ANTONIO GARCIA +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain	STRUCTURAL ENGINEER / INGENIERO DE ESTRUCTURAS:		
ARCHITECT / ARQUITECTO:	ENGINEER OF RECORD / INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO: AECOM ROBERTO FERNÁNDEZ COIMM 11.207 Alfonso XII, 62, Madrid		
PROJECT / PROYECTO:	VDG1E		
TITLE / TÍTULO:	SITE LOCATION / LOCALIZACIÓN		
SHEET NO / HOJAS NO:	C-00003		
FILE NO / FICHERO:	VDG1E-ACM-74-XX-DR-C-00003		
PAPER SIZE / TAMAÑO HOJA:	ISO A1	SCALE / ESCALA: 1:12.500	REV: A

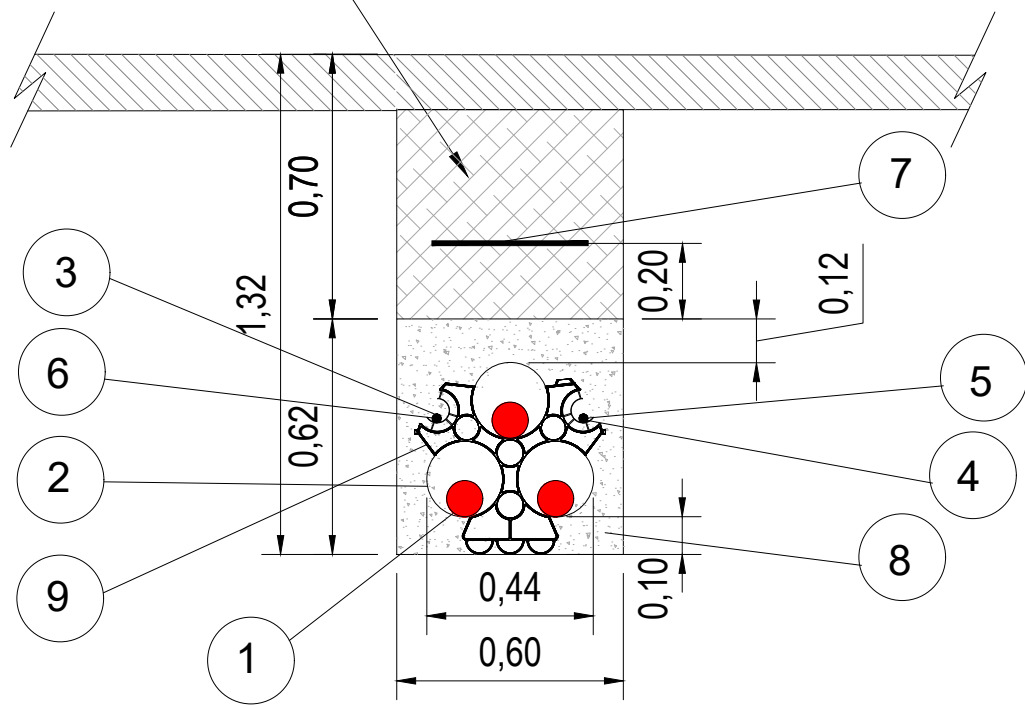
VDG1E					
NAMING / NOMBRE	SECTION / TRAMO	CH 1 / PK 1	CH 2 / PK 2	LENGTH / LONGITUD (m)	Trench Detail drawing / Plano de Detalle de Zanja VDG1E-ACM-74-XX-DR-C-30000
MAIN AXIS TO VILLANUEVA OESTE / EJE PRINCIPAL HACIA VILLANUEVA OESTE	AC	0+000	4+975	4975	Detail 1 / Detalle 1
ENDESA VILLANUEVA CONNECTION / ENDESA VILLANUEVA CONEXIÓN	AB	0+000	0+185	185	Endesa Scope / Alcance Endesa



NOTES / NOTAS			
KEYNOTES / NOTAS CLAVE			
LEGEND / LEYENDA			
ENDESA SUBSTATION LOCATION / LOCALIZACIÓN SUBESTACIÓN DE ENDESA REE SUBSTATION LOCATION / LOCALIZACIÓN SUBESTACIÓN DE REE PROPOSED DUCTING (SEE C-30000 SHEET FOR DETAILS) / CANALIZACIONES PROPUESTAS (VER HOJA C-30000 PARA DETALLES) 1x132kV DUCTING (DETAIL 1) / CANALIZACIÓN 1x132kV (DETALLE 1) OUT OF SCOPE (1x132kV) / FUERA DEL ALCANCE (1x132kV) POTENTIAL AREA TO PLACE ACOUSTIC BARRIERS / AREA POTENCIAL PARA UBICAR BARRERAS ACÚSTICAS ENVIRONMENTAL SENSITIVE AREAS / DELIMITACIÓN DE ZONAS SENSIBLES			
REV	DATE / FECHA	DESCRIPTION / DESCRIPCIÓN	DRN ENG CHK APP
A	07 MAR '25	PIGA EJECUTIVO	JF AG DC JS
CONFIDENTIAL / CONFIDENCIAL			
ANY UNAUTHORIZED USE OR REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IN WHOLE OR IN PART IS PROHIBITED. DELETE THIS DOCUMENT IF YOU HAVE RECEIVED IT IN ERROR. / CUALQUIER USO O REPRODUCCIÓN NO AUTORIZADA DE ESTE DOCUMENTO EN SU TOTALIDAD O EN PARTE, ESTÁ PROHIBIDA. ELIMINE ESTE DOCUMENTO SI LO HA RECIBIDO POR ERROR			
MECHANICAL ENGINEER / INGENIERO MECÁNICO:	ELECTRICAL ENGINEER / INGENIERO ELÉCTRICO: AECOM ÁLVARO GONZÁLEZ +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain		
CIVIL ENGINEER / INGENIERO CIVIL: AECOM ANTONIO GARCIA +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain	STRUCTURAL ENGINEER / INGENIERO DE ESTRUCTURAS: AECOM ROBERTO FERNÁNDEZ COIM 11.207 Alfonso XII, 62, Madrid		
ARCHITECT / ARQUITECTO:	ENGINEER OF RECORD / INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO: AECOM ROBERTO FERNÁNDEZ COIM 11.207 Alfonso XII, 62, Madrid		
PROJECT / PROYECTO:	VDG1E		
TITLE / TÍTULO:	ROUTE LAYOUT - GENERAL LAYOUT PLAN / DISEÑO DE RUTA - PLANO GENERAL		
SHEET NO / HOJAS NO:	C-10000		
FILE NO / FICHERO:	VDG1E-ACM-74-XX-DR-C-10000		
PAPER SIZE / TAMAÑO HOJA:	ISO A1	SCALE / ESCALA:	1:12.500
		REV:	A

FOR REINSTATEMENT DETAILS SEE
DRAWING VDG1E-ACM-74-XX-DR-C-30002

PARA DETALLES DE REPOSICIÓN VER
PLANO VDG1E-ACM-74-XX-DR-C-30002

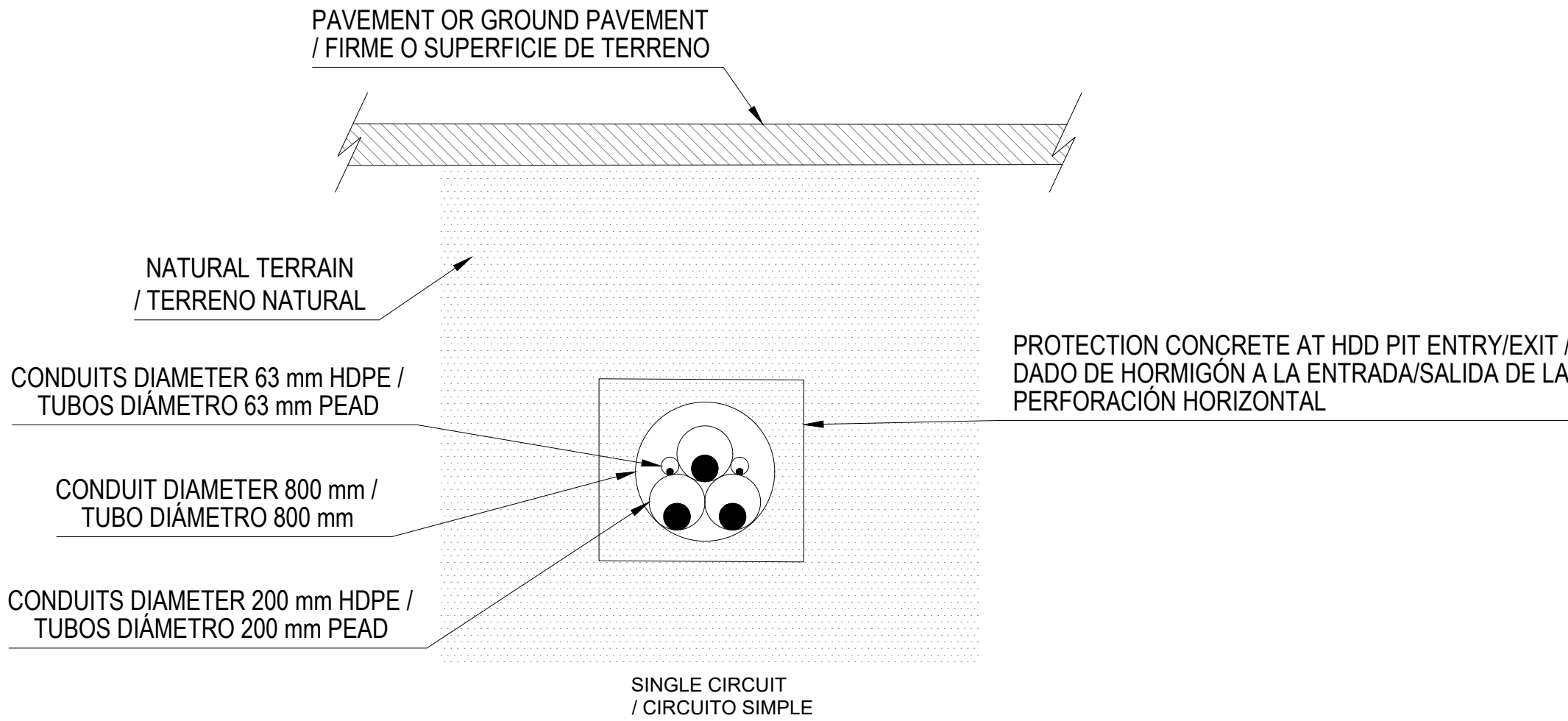


DETAIL 1: TYPICAL CROSS SECTION FOR UNDERGROUND HIGH VOLTAGE TRENCH
DETALLE 1: SECCIÓN TIPO PARA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN SUBERRÁNEA

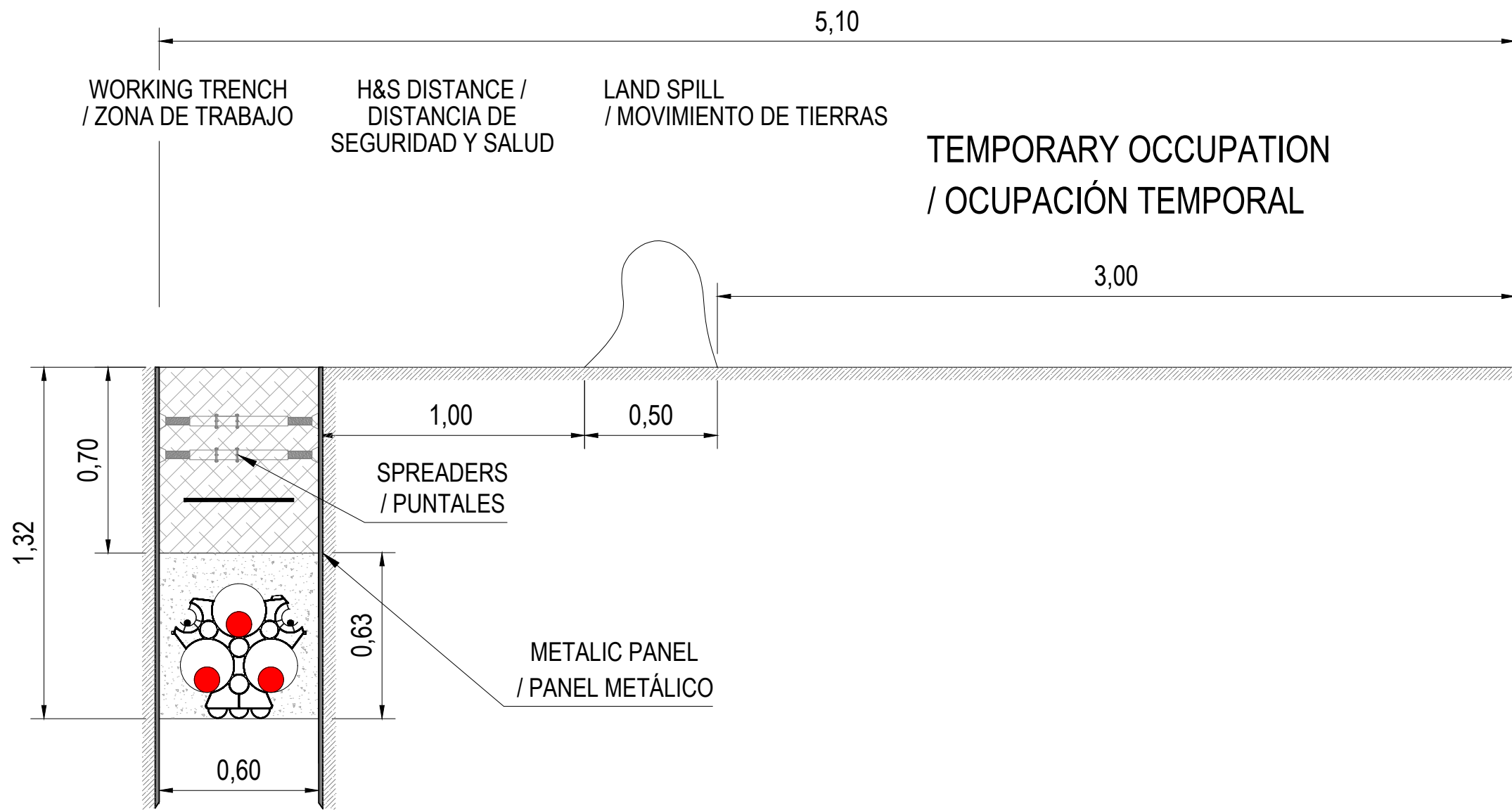
MATERIAL	ELEMENT / ELEMENTO	MIX DESIGN / DESIGNACIÓN	QC CONTROL
CONCRETE / HORMIGÓN	TRENCH / ZANJA	HM-20/P/25/X0	STATISTICAL / ESTADÍSTICO
CONSTRUCTION / EJECUCIÓN	ALL / TODOS	-	INTENSO / INTENSE

ELEMENT / ELEMENTO	MIX DESIGN / DESGINACIÓN	COVER / RECUBRIMIENTO NOMINAL	W/C RATIO / RELACIÓN A/C	MAXIMUM CEMENT / CONTENIDO MÁXIMO CEMENTO
TRENCH / ZANJA	HM-20/P/25/X0	40 mm (1)	0.65 (2)	200 kg/m3 (3)

- (1) CONCRETE COVER SHALL BE ADJUSTED AS PER ARTICLES 44.2 TO 44.4 OF ROYAL DECREE 470/2021 STRUCTURAL CODE. CORRUGATED DUCTS SHALL BE COVERED IN 100MM CONCRETE, FOR THE TOTAL WIDTH OF THE TRENCH. / LOS RECUBRIMIENTOS SE AJUSTARÁN A LO INDICADO EN LOS ART. 44.2 A 44.4 DEL CÓDIGO ESTRUCTURAL. LOS TUBOS DEBERÁN QUEDAR CUBIERTOS DE HORMIGÓN HASTA UNA COTA QUE REBASE LA SUPERIOR DE LOS TUBOS EN, AL MENOS, 100M, Y QUE OCUPE TODO EL ANCHO DE LA ZANJA.
- (2) THE MAXIMUN WATER/CEMENT RATIO AND MINIMUM CEMENT CONTENT SHALL BE ADJUSTED AS PER ARTICLE 43.2.1 OF ROYAL DECREE 470/2021 STRUCTURAL CODE. / LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMO Y EL MÍNIMO CONTENIDO DE CEMENTO SE AJUSTARÁN A LO INDICADO EN EL ART.43.2.1 DEL CÓDIGO ESTRUCTURAL.
- (3) CEMENTS SHALL BE SPECIFIED ACCORDING TO A6.5 TABLE OF ROYAL DECREE 470/2021 STRUCTURAL CODE. / LOS TIPOS DE CEMENTOS A UTILIZAR SERÁN LOS INDICADOS EN LA TABLA A6.5 DEL ANEJO 6 DEL CÓDIGO ESTRUCTURAL DE ACUERDO A LA CLASE DE EXPOSICIÓN.



DETAIL 2: PIPE JACKING
DETALLE 2: HINCA DE TUBOS



DETAIL 3 : PROPOSED GENERAL WORKING TRENCH CONFIGURATION
DETALLE 3 : PROPUESTA GENERAL DE CONFIGURACIÓN DE TRABAJOS

NOTES / NOTAS

KEYNOTES / NOTAS CLAVE

- 1- FOR MATERIALS DESCRIPTION SEE CIVIL SPECIFICATION
/ PARA MATERIALES VER ESPECIFICACIONES CIVILES

LEGEND / LEYENDA

- ① POWER CABLE 132 KV / CABLES ELÉCTRICOS 132KV.
② CORRUGATED DUCT FOR 132KV POWER CIRCUITS. 200mm OD.
/ TUBO CORRUGADO PARA CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE 132KV. 200mm OD.
③ SMOOTH HIGH-DENSITY POLYETHYLENE DUCT FOR EARTHING CONDUCTOR. 63mm OD. 50mm ID.
/ TUBO LISO DE POLIÉTFLENO DE ALTA DENSIDAD PARA CABLE DE TIERRA. 63mm. 50mm ID.
(*) connect to earthing chamber
/ se conecta de una cámara de tierra
④ SMOOTH HIGH-DENSITY POLYETHYLENE DUCT FOR OPTICAL FIBER. 63mm OD. 50mm ID.
/ TUBO LISO DE POLIÉTFLENO DE ALTA DENSIDAD PARA FIBRA ÓPTICA. 63mm. 50mm ID.
(*) go into another different communication chamber
/ va dentro de una cámara de comunicaciones
⑤ FIBER OPTIC CABLE / CABLE DE FIBRA ÓPTICA.
⑥ EARTHING CONDUCTOR / CABLE DE TOMA DE TIERRA.
⑦ WARNING TAPE / CINTA DE ADVERTENCIA.
⑧ MASS CONCRETE HM-20 / HORMIGÓN EN MASA HM-20.
⑨ DUCT SPACER / SEPARADOR DE TUBOS.

REV	DATE / FECHA	DESCRIPTION / DESCRIPCION	DRN ENG CHK APP
A	07 MAR '25	PIGA EJECUTIVO	JF AG DC JS

CONFIDENTIAL / CONFIDENCIAL
IF YOU HAVE RECEIVED IT IN ERROR, PLEASE CONTACT THE PROJECT MANAGER. / SI LO HA RECIBIDO POR ERROR, POR FAVOR CONTACTE AL GERENTE DEL PROYECTO.

MECHANICAL ENGINEER / INGENIERO MECANICO:	ELECTRICAL ENGINEER / INGENIERO ELÉCTRICO: AECOM ÁLVARO GONZÁLEZ +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain
CIVIL ENGINEER / INGENIERO CIVIL: AECOM ANTONIO GARCIA +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain	STRUCTURAL ENGINEER / INGENIERO DE ESTRUCTURAS:
ARCHITECT / ARQUITECTO:	ENGINEER OF RECORD / INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO: AECOM ROBERTO FERNÁNDEZ COIMM 11 207 Alfonso XII, 62, Madrid

PROJECT / PROYECTO: VDG1E

TITLE / TÍTULO: TYPICAL TRENCH DETAILS / DETALLES TÍPICOS ZANJA

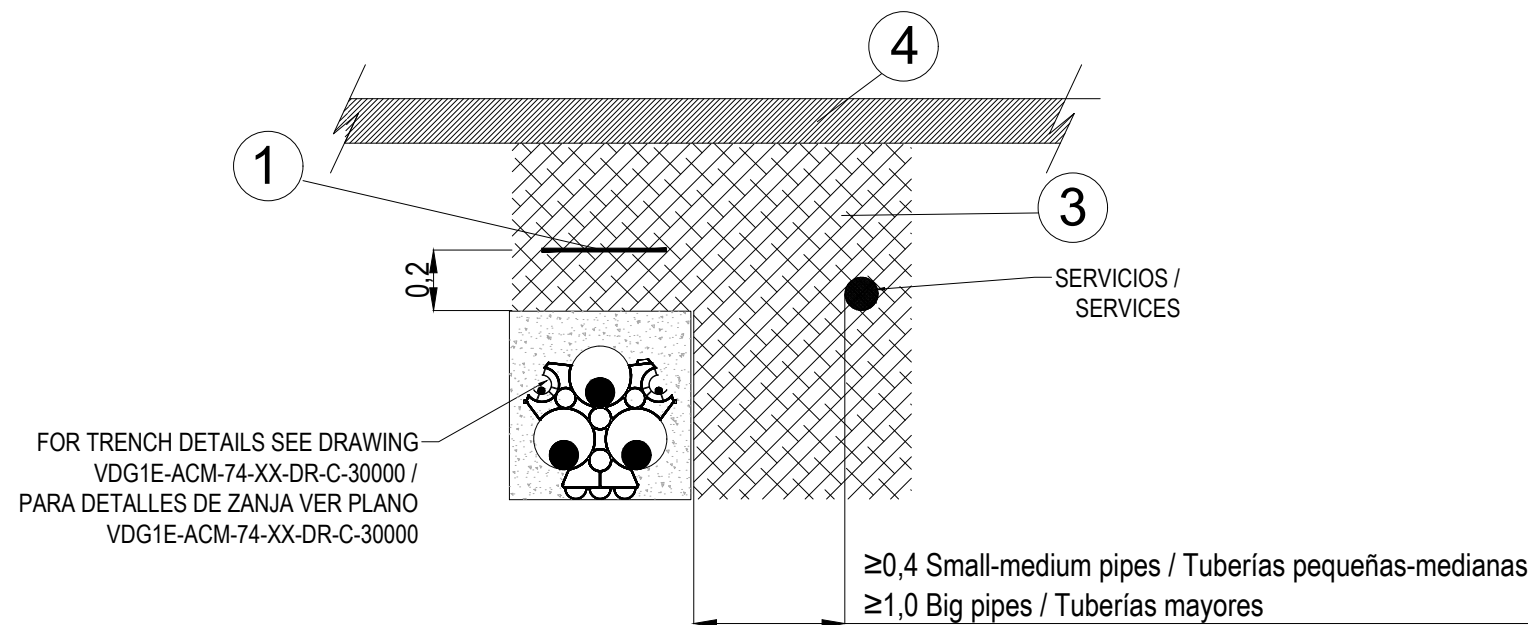
SHEET NO / HOJAS NO: C-30000

FILE NO / FICHERO: VDG1E-ACM-74-XX-DR-C-30000

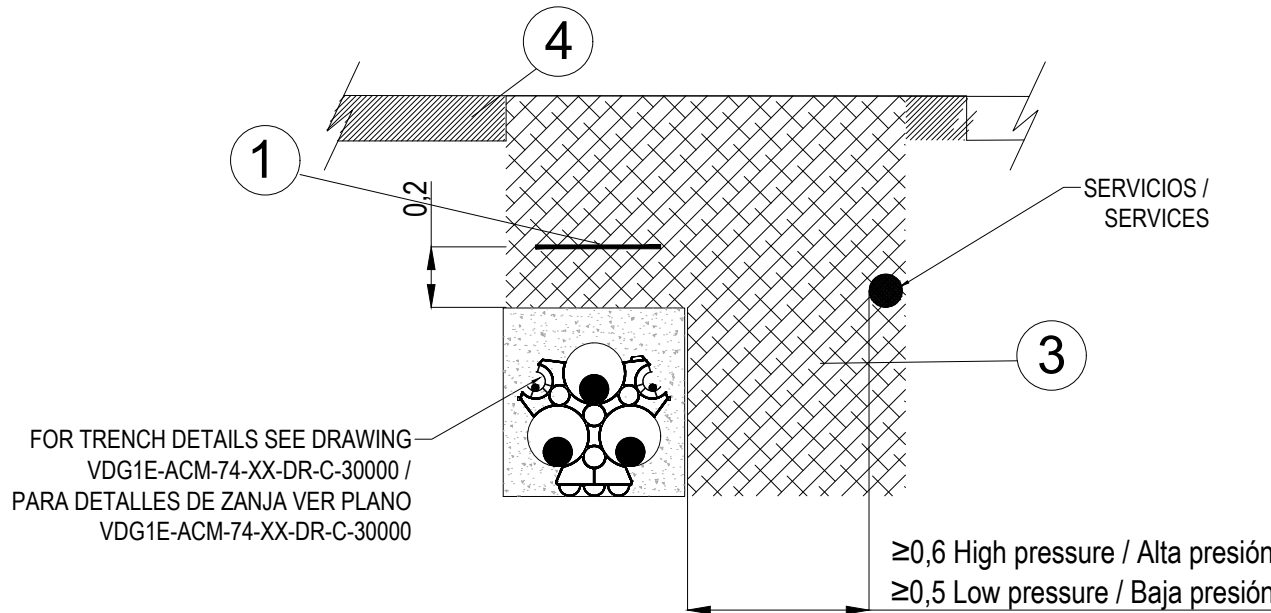
PAPER SIZE / TAMAÑO HOJA: ISO A1 SCALE / ESCALA: 1:20 REV: A

PRINT IN COLOUR

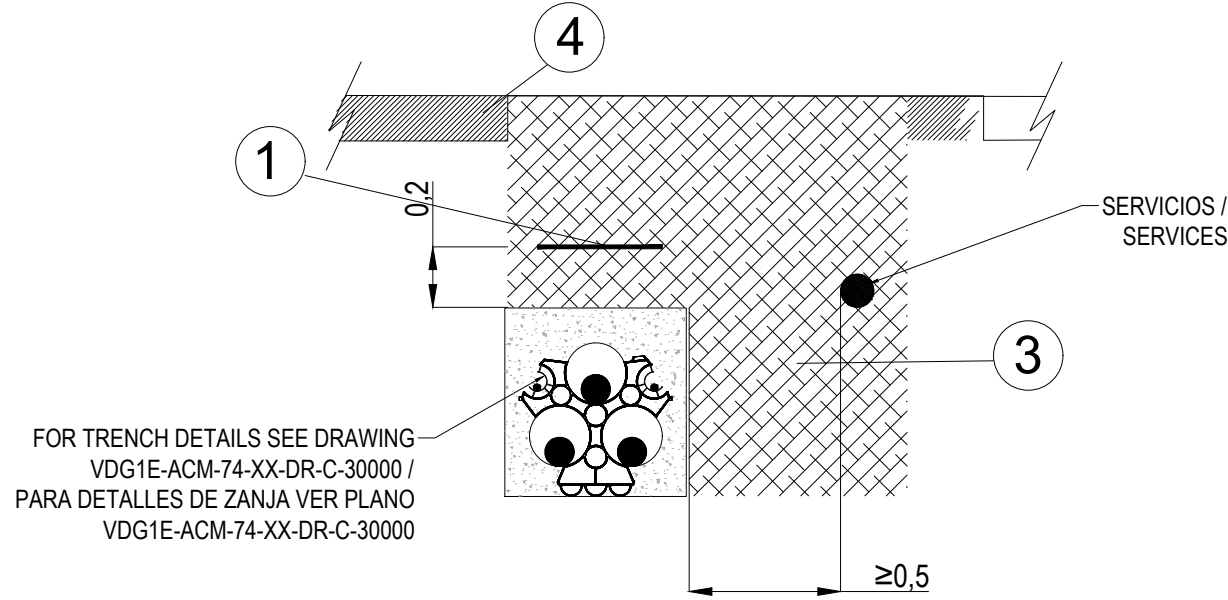
CROSSING AND PARALELISM CROSS SECTION LAT 132 (ENDESA)
/ CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS ZANJA 132 (ENDESA ESTANDAR)



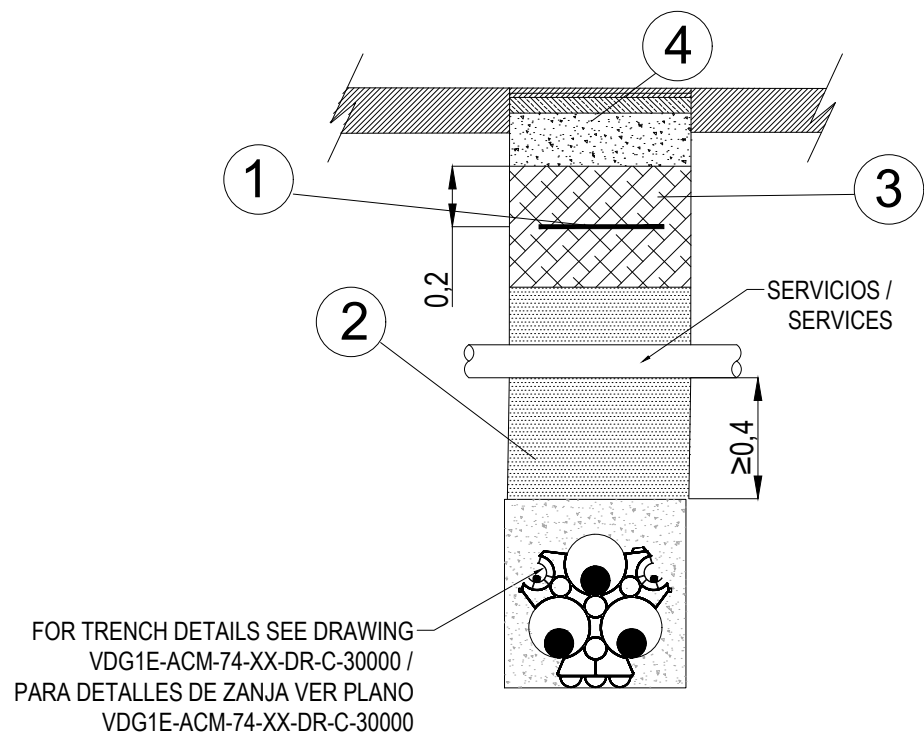
DETAIL 1: TYPICAL SECTION FOR PARALLEL SERVICES
(TELECOMMUNICATION CABLES & WATER PIPES)
DETALLE 1: SECCIÓN TÍPICA PARA SERVICIOS PARALELOS
(CABLES DE TELECOMUNICACIONES Y TUBERÍAS DE AGUA)



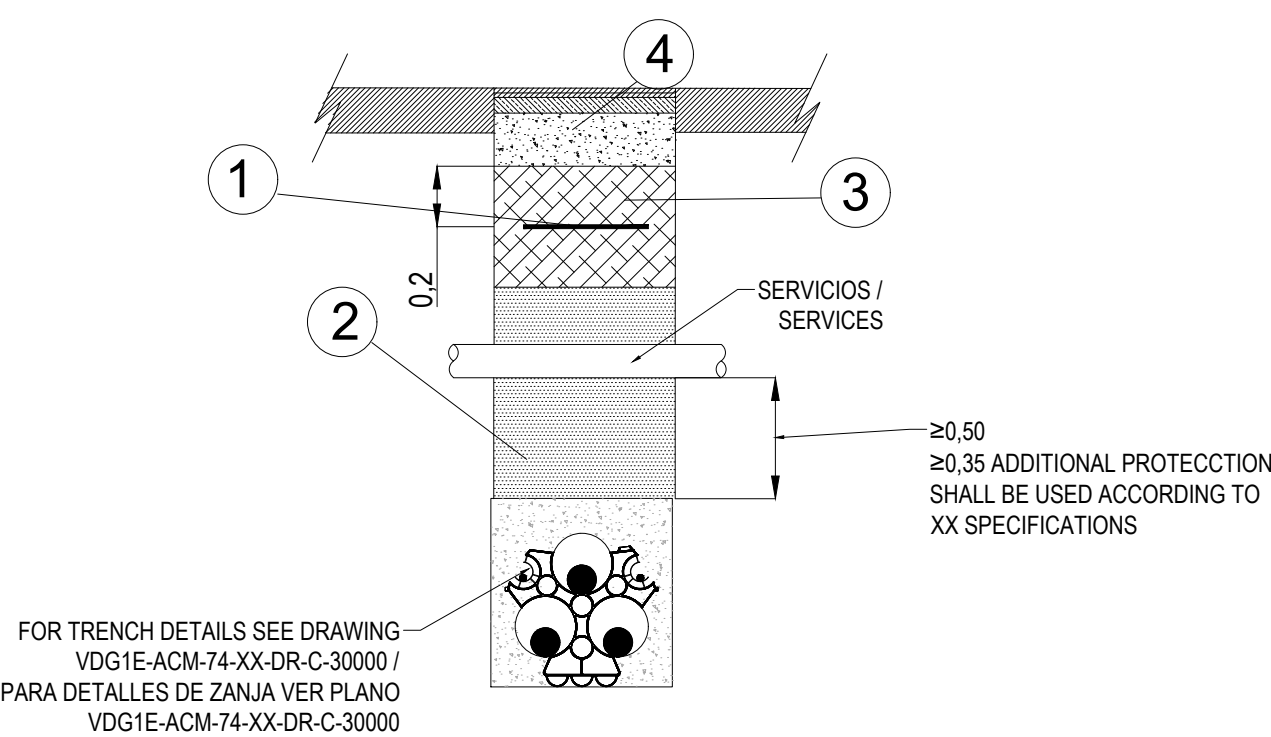
DETAIL 2: TYPICAL SECTION FOR PARALLEL SERVICES
(GAS PIPELINES)
DETALLE 2: SECCIÓN TÍPICA PARA SERVICIOS PARALELOS
(LÍNEA DE TUBERÍAS DE GAS)



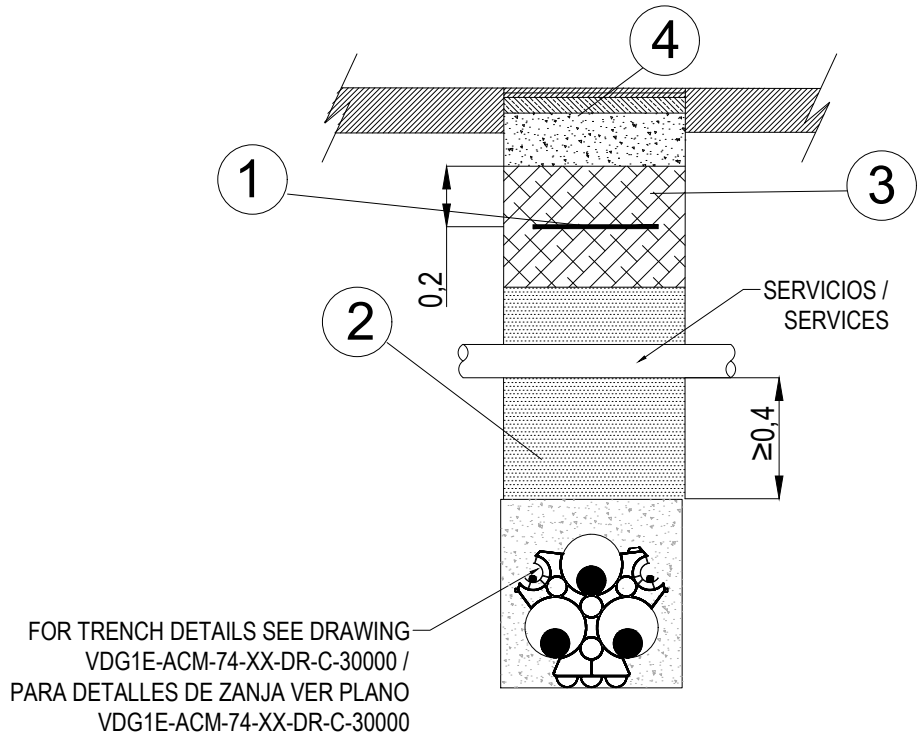
DETAIL 3: TYPICAL SECTION FOR PARALLEL SERVICES
(ELECTRIC LINE)
DETALLE 3: SECCIÓN TÍPICA PARA SERVICIOS PARALELOS
(LÍNEA ELÉCTRICA)



DETAIL 4: TYPICAL SECTION FOR CROSSING SERVICES
(TELECOMMUNICATION CABLES & WATER PIPES)
DETALLE 4: SECCIÓN TÍPICA PARA CRUCE DE SERVICIOS
(CABLES DE TELECOMUNICACIONES Y TUBERÍAS DE AGUA)



DETAIL 5: TYPICAL SECTION FOR CROSSING SERVICES
(GAS PIPELINES)
DETALLE 5: SECCIÓN TÍPICA PARA CRUCE DE SERVICIOS
(LÍNEA DE TUBERÍAS DE GAS)



DETAIL 6: TYPICAL SECTION FOR CROSSING SERVICES
(ELECTRIC LINE)
DETALLE 6: SECCIÓN TÍPICA PARA CRUCE DE SERVICIOS
(LÍNEA ELÉCTRICA)

NOTES / NOTAS

KEYNOTES / NOTAS CLAVE

- FOR ALL SOIL TYPES: SEE CIVIL SPECIFICATIONS
/ VER ESPECIFICACIONES CIVILES PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE SUELO
- FOR MATERIALS DESCRIPTION SEE CIVIL SPECIFICATION
/ PROPIEDADES DE MATERIALES EN ESPECIFICACIONES CIVILES
- FOR CROSSING AND PARALLELISM WITH OTHER SERVICES SEE CIVIL SPECIFICATION
/ PARA CRUCES Y PARALELISMOS CON OTROS SERVICIOS VER ESPECIFICACIONES CIVILES

LEGEND / LEYENDA

- WARNING TAPE / CINTA DE ADVERTENCIA
- REINSTATED EXCAVATED MATERIAL INCLUDING BOTTOM SOIL FOR EXISTING SERVICES
/ MATERIAL DE RELLENO PROCEDENTE DE EXCAVACIÓN, INCLUIDO CAMA DE ARENA PARA LOS SERVICIOS EXISTENTES.
- SOIL TYPE 1. SEE KEYNOTE 1/ SUELO TIPO 1. VER KEYNOTE 1.
- PAVEMENT, ASPHALT OR GROUND / PAVIMENTO O TERENO EXISTENTE

REV	DATE / FECHA	DESCRIPTION / DESCRIPCION	DRN ENG CHK APP

CONFIDENTIAL / CONFIDENCIAL
ANY UNAUTHORIZED USE OR REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IN WHOLE OR IN PART IS PROHIBITED. DELETE THIS DOCUMENT IF YOU HAVE RECEIVED IT IN ERROR. CUALQUIER USO O REPRODUCCIÓN NO AUTORIZADA DE ESTE DOCUMENTO EN SU TOTALIDAD O EN PARTE, ESTÁ PROHIBIDA. ELIMINE ESTE DOCUMENTO SI LO HA RECIBIDO POR ERROR

MECHANICAL ENGINEER / INGENIERO MECÁNICO:	ELECTRICAL ENGINEER / INGENIERO ELÉCTRICO: AECOM ÁLVARO GONZÁLEZ +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain
CIVIL ENGINEER / INGENIERO CIVIL: AECOM ANTONIO GARCIA +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain	STRUCTURAL ENGINEER / INGENIERO DE ESTRUCTURAS:
ARCHITECT / ARQUITECTO:	ENGINEER OF RECORD / INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO: AECOM ROBERTO FERNÁNDEZ COIMM 11.207 Alfonso XII, 62, Madrid

PROJECT / PROYECTO:	VDG1E
TITLE / TÍTULO:	TYPICAL TRENCH DETAILS NEAR SERVICES / DETALLES TÍPICOS ZANJA JUNTO A SERVICIOS
SHEET NO / HOJAS NO:	C-30001
FILE NO / FICHERO:	VDG1E-ACM-74-XX-DR-C-30001
PAPER SIZE / TAMAÑO HOJA:	ISO A1
SCALE / ESCALA:	1:25
REV:	A

PRINT IN COLOUR

