

Proyecto Ejecutivo Redes de Alta Tensión. CAR

SEPARATA REDEXIS

Líneas 132kV entre Subestación de Montetorrero y Parcela CAR

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

CAR-ACM-74-XX-RP-Z-80003

8 de agosto de 2025

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202404259. Fecha Visado: 27/08/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM. Nº Colegiado: 11207. Colegiado: ROBERTO FERNANDEZ ARENAS. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>. Cod. Ver: 57860168.

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID	
Nº VISADO 202404259	FECHA DE VISADO 27/08/2025
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
11207 COIIM ROBERTO FERNÁNDEZ ARENAS	

© 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	12
7.3.1	Método Constructivo	12
7.3.1.1	Método Convencional: Zanja	12
7.3.1.2	Método de Perforación Horizontal	13
7.3.2	Instalaciones Auxiliares y Accesos	14
7.3.2.1	Zona de Instalaciones Auxiliares	14
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	17
7.4.3	Arquetas	19
7.4.4	Empalmes	21
7.4.5	Transición aérea-subterránea	21
7.4.6	Características de los Materiales	22
7.4.6.1	Cable 132kV	22
7.4.6.2	Cables de Fibra Óptica	23
7.4.6.3	Cables de Puesta a Tierra	25
7.4.6.4	Estrategia de conexión de puesta a tierra de las pantallas	26
7.4.6.5	Cajas de puesta a tierra de las pantallas	26
7.4.7	Hitos de señalización de la zanja	27
7.4.8	Campos electromagnéticos	28
7.4.8.1	Niveles de referencia	29
8.	Conclusiones	31

PLANOS

1. SITUACIÓN
2. PLANTA GENERAL
3. PLANTA PERFIL LONGITUDINALES (HOJA 13)
4. ZANJAS TIPO.

MEMORIA

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 (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.

El presente documento forma parte del conjunto de documentos presentados para la Aprobación Inicial del Plan de Interés General propuesto, cumpliendo con los requisitos de documentación establecidos en el artículo 45 del Texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio.

En concreto, el presente documento contempla el proyecto constructivo de dotación de energía eléctrica de alta tensión que se encarga de dar servicio eléctrico a una parcela ubicada en el paraje "Acampo del Marqués", cercano al Polígono Industrial "Empesarium", en el término municipal de Zaragoza.

El proyecto se compone de una línea doble para la red de 132 kV que conecta la parcela anteriormente indicada. La obra civil tendrá capacidad para instalar otros dos circuitos de 220kV que serán instalados en posteriores fases.

Se ha considerado la decisión de excluir las líneas de 220kV del proyecto, debido a que esta fase no incluye el diseño del corralito de medida, no queriéndose presentar un proyecto incompleto para estas fases, prefiriéndose mostrar el conjunto definido por completo en una fase posterior.

La propiedad de las líneas será del cliente para ambos casos.

El recorrido a lo largo de los caminos rurales se encuentra con determinados cruzamientos con instalaciones, carreteras, arroyos y otros puntos de interés hasta acceso hasta la parcela ubicada en el paraje "Acampo del Marqués", objeto de otro proyecto del mismo cliente. Todas estas interferencias se describen en el presente documento para la coordinación con las distintas partes interesadas en el proyecto.

El documento no incluye la descripción de las conexiones dentro de las subestaciones relativas a ENDESA Y REE, ni la distribución después del acceso a la parcela en la que se encuentra el campus, que son objeto de otros proyectos a realizar por empresas diferentes.

Por otro lado, la obra civil correspondiente conecta las subestaciones de Montetorrero con el límite de la parcela CAR. La etapa final del trazado y la descripción de la obra civil dentro del campus se incluye en el Tomo IV.3 Proyecto de urbanización y Tomo IV.4 Proyecto de edificación, como parte del proyecto urbanización del propio campus.

No obstante, para el proceso de Autorizaciones Administrativas de Industria de las líneas eléctricas, se ilustra y se calcula el trazado completo de cableado de líneas de alta tensión en todo su recorrido desde el centro de transformación de Montetorrero hasta el edificio GIS dentro del campus.

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

2. Peticionario y Titular

Se redacta el presente proyecto a petición de:

AMAZON DATA SERVICES SPAIN, S.L.

Calle Ramirez de Prado Nº 5.

28045 Madrid

CIF: B-86339595

El titular de la instalación será el mismo:

AMAZON DATA SERVICES SPAIN, S.L.

Calle Ramirez de Prado Nº 5.

28045 Madrid

CIF: B-86339595

El presente documento se visa y 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 sureste de la ciudad de Zaragoza.



Figura 1. Comunidad Autónoma de Aragón

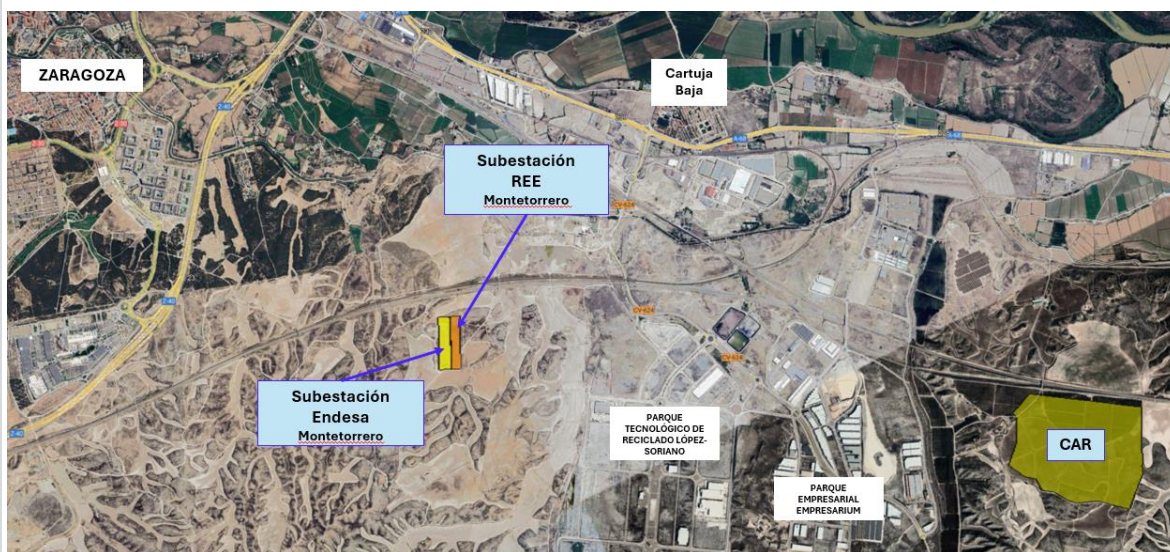


Figura 2. Ubicación de la subestación de Montetorrero a la parcela CAR

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
Subestaciones de Montetorrero	4607299.13 m	678849.75 m

Fuente: Creación propia

Tabla 2. Posición del destino de la línea

Destino de la Línea	Norte	Este
Parcela CAR	4604536.20 m	683095.08 m

Fuente: Creación propia

5. Descripción de las Instalaciones

Se trata de un proyecto de una línea de alta tensión de 132 kV doble que conectan la subestación de Montetorrero con una parcela ubicada en el paraje "Acampo del Marqués", cercano al Polígono Industrial "Empesarium", en el término municipal de Zaragoza.

Las líneas se componen de circuitos dobles enterrados, que discurren principalmente por caminos, encontrándose con diversos cruces de carreteras, vías y cauces de ríos. El presente documento describe el trazado de los cables y las soluciones particulares aplicadas en cada caso.

El proyecto contempla la realización de los trabajos de obra civil para la posterior ampliación de la conexión a la parcela con dos líneas dobles de 220kV, pese a que esta fase inicial sólo contempla la instalación de cables de 132kV. Ambos circuitos dobles comparten recorrido y discurren por zanja común desde la subestación de Montetorrero hasta la estación GIS del campus en un recorrido total de unos 4,56 km.

La instalación de los cables se realiza desde la subestación de Montetorrero tal y como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3. Puntos de conexión

Tensión de red	Punto de conexión
132kV	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 prevista para la subestación de Montetorrero para la línea de 132 kV.

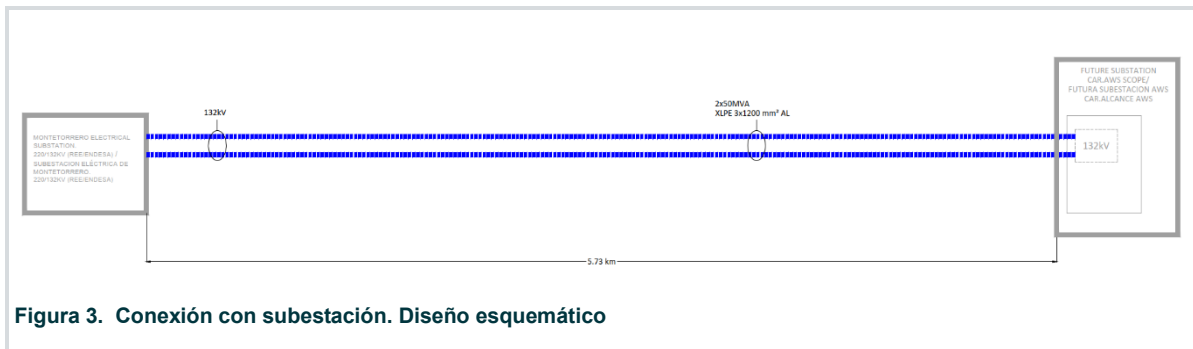


Figura 3. Conexión con subestación. Diseño esquemático

La compensación de energía reactiva se realizará en las barras de la subestación del campus 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 Redexis.

Tabla 4. Posición del origen de la línea

AFECCIÓN	ORGANISMO
Afección 1. Gasoducto	REDEXIS

Fuente: Creación propia

El punto de cruce se encuentra en las siguientes coordenadas:

- Este: 681747.00m.
- Longitud: 4605982.00 m.

Para realizar el cruce del gaseoducto, se prevé la ejecución de una zanja mediante el método constructivo convencional, mediante la localización del gaseoducto, protección y, en su caso, apeo de este, descalce inferior, tendido de las camisas donde se instalarán los cables y posterior relleno con material granular.



Con carácter general, la ejecución de la zanja se realizará en sentido perpendicular al gaseoducto, a una cota vertical de al menos -0.4m desde la cota inferior de la tubería. En concreto, y según el diseño de este cruce, la distancia vertical desde la cota inferior de la tubería de gas y la parte superior del prisma eléctrico es de 0,74 metros.

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

La ruta que conecta la subestación de Montetorrero con la parcela CAR discurre principalmente por caminos rurales, generalmente sin asfaltar, y tiene varios cruces con carreteras y calles existentes. La mayoría del trazado discurre por caminos sin pavimentar, por lo que la velocidad de construcción se ve incrementada al no tener que realizar reposiciones con materiales de diferente índole. El alcance del presente proyecto tiene una longitud total de 4,56 km.

El trazado empieza en una zona rural separada de las parcelas industriales. Se prevé que la estación de medida esté situada en las proximidades de la subestación. Pasada esta zona, la ruta sigue durante cierta longitud paralela a la infraestructura ferroviaria del AVE Madrid-Barcelona, sin cruzarla. El trazado se ha diseñado teniendo en cuenta las zonas de protección de la plataforma ferroviaria, evitando interferencias con la zona de dominio público ferroviario.

El trazado cruza la carretera secundaria CV-624, y se resolverá mediante sistema de perforación horizontal, mediante hincas de tubos, para evitar así su afección y régimen de explotación.

El recorrido también interfiere con un gasoducto de alta presión que será cruzado mediante métodos convencionales siguiendo las directrices de la empresa explotadora.

La conexión final que requerirá cruzar el barranco de Las Casetas se realizará mediante un puente diseñado por otro consultor.

A partir de esta zona AECOM proporcionará la coordinación y diseño de la solución del cableado necesario; pero el diseño de la zanja y la coordinación con otros servicios dentro de la parcela será resuelto por otro consultor.



7.2 Cable

Se describen a partir de este documento las características principales del cableado eléctrico y componentes necesarios siendo para la línea de 132 kV las indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 5. 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	50 MVA por circuito
Capacidad de transporte por circuito	50 MVA por circuito en situación normal 100 MVA por circuito en situación de emergencia
Nº de circuitos	2
Nº de conductores por fase	1
Disposición conductores	1 conductor por tubo. Disposición en tresbolillo.
Tipo de canalización	Tubo PEAD. Diámetro 250 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 mediante la hincada de tubos. A su vez, también se han considerado 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 atraviese suelo público, privado o suelos de especial protección gestionados por Organismos Gubernamentales.

7.3.1.1 Método Convencional: Zanja

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.

Los métodos para ejecutar la zanja, así como su preferencia, quedarán definidos, una vez se disponga de toda la información necesaria en fases de diseño posteriores:

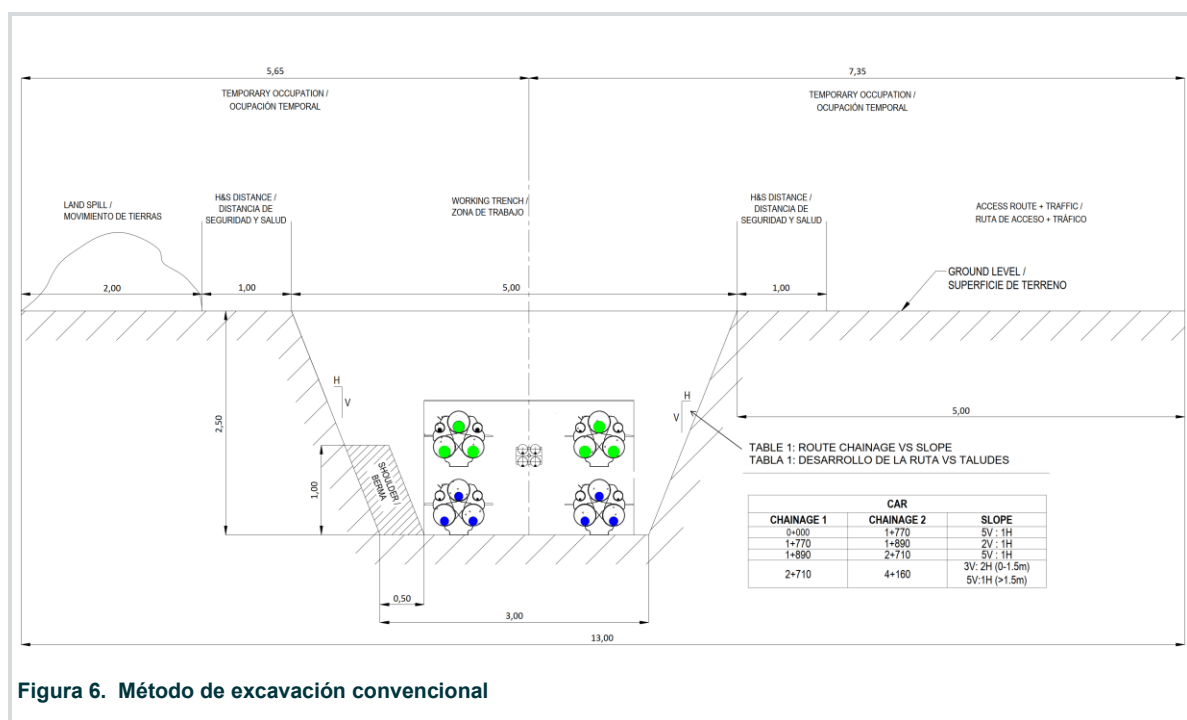


Figura 6. Método de excavación convencional

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, y tras colocar los tubos de las ternas inferiores, se hormigonará con HM-20 hasta 10 cm por encima de la parte superior de los mismos. Luego se repetirá el procedimiento anterior para los tubos de las ternas superiores. Entre fases de hormigonado, se dispondrá de una capa de material tipo polipropileno, o similar, para asegurar la separación en caso de necesitar acceder a las ternas. El relleno con tierras procedentes de la excavación, desde la cara superior del dado de hormigón hasta la coronación de la zanja, así como la zona entre taludes de excavación, 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 plantea utilizar en el caso de afección de infraestructuras y dominio público, y en particular, de la carretera CV-624 de carácter provincial.

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 fases de ejecución de este método constructivo son las siguientes:

Antes de empezar con la excavación, es necesario un trabajo previo de análisis de profundidad del área de trabajo detectando los servicios ya presentes. También es necesario el análisis de la tipología del suelo para determinar la profundidad a la que se instalarán los cables, y definir el **tipo de método de perforación más adecuado**.

Dado la longitud de la perforación, el tipo de terreno que se espera encontrar y los condicionantes técnicos de la Diputación de Zaragoza, se prevé el uso de perforación horizontal mediante el método de hincas neumáticas o a percusión, con las siguientes características:

- PK inicio: 1+860
- PK fin: 1+895
- Longitud aproximada de la perforación: 56 metros.
- 4 perforaciones con camisa de 1000 mm de diámetro cada una.
- Separación entre perforaciones: 6 metros.
- Profundidad bajo cota de carril hasta la corona de la camisa: 2,10 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 1 CAR Zona de Instalaciones Auxiliares

Latitud	Longitud	Superficie
Norte: 4606167.05m	Este: 681036.56 m	42.000 m ²



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

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.

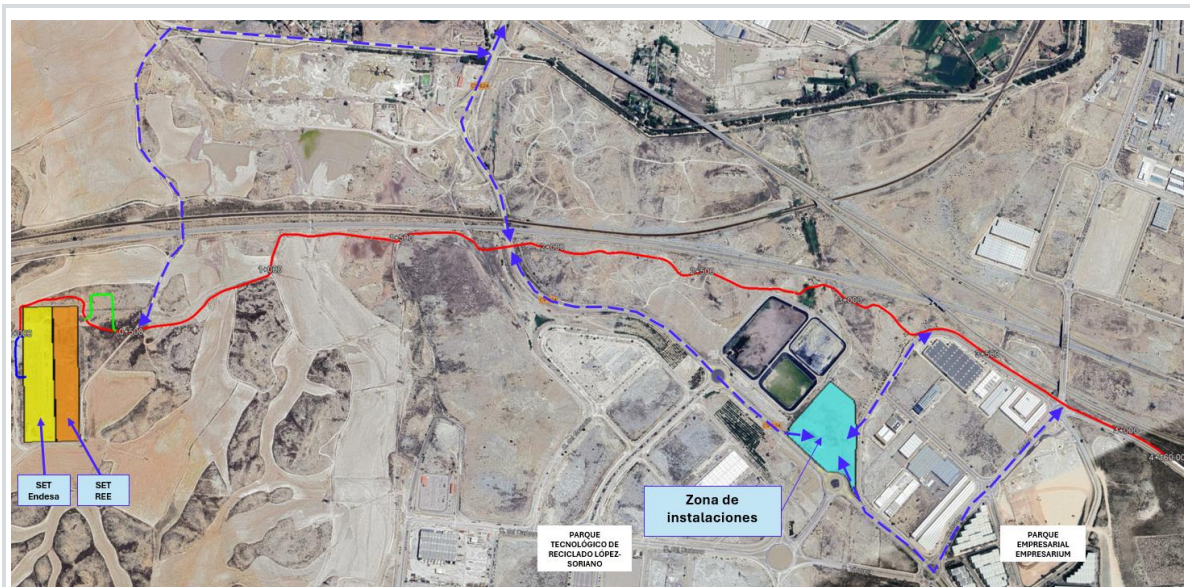


Figura 8. Accesos a la obra

Los circuitos discurrirán 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 rígidos de PEAD que se dispongan para los cables de potencia de 220 kV, correspondientes con la fase siguiente no incluida en este alcance, tendrán un diámetro exterior de 250 mm. Los tubos corrugados de PEAD que se dispongan para los cables de potencia de 132 kV tendrán un diámetro exterior de 250 mm. También se instalarán dos tubos PEAD de 110 mm de diámetro para la colocación de los cables de comunicaciones de fibra óptica y de la puesta a tierra, por cada terna de tubos de 250 mm. Se utilizarán separadores cada dos metros (aproximadamente) en la formación del tresbolillo de los tubos.

Por el centro se instalarán cuatro tubos PEAD de 110 mm de diámetro exterior para la colocación de cables de comunicaciones de fibra óptica. Se utilizarán separadores cuádruples para los 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.

Cabe destacar en este punto que toda la obra civil incluyendo las cámaras de empalme para la red de 220 kV será desarrollada y es objeto de este proyecto.

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 de las cámaras de empalme se muestra en la imagen representada más abajo:

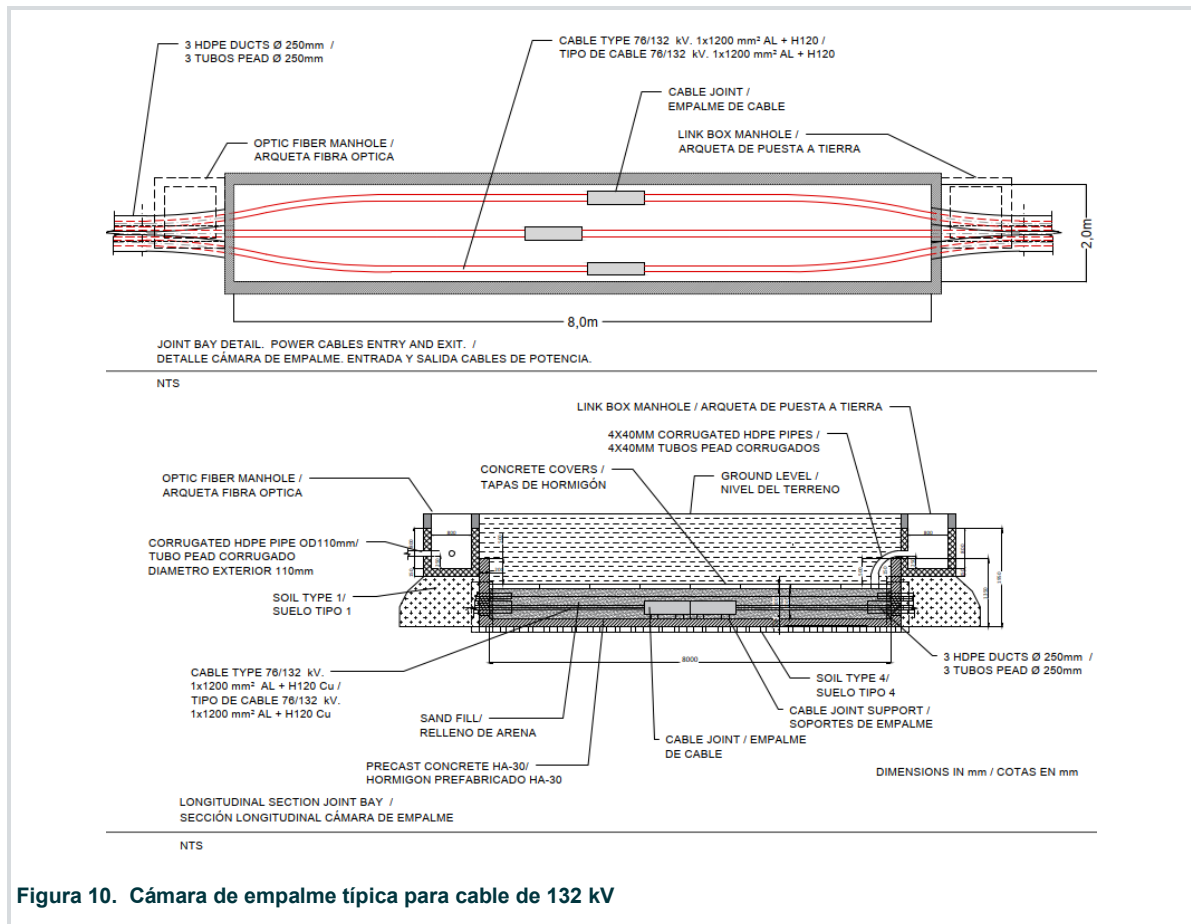


Figura 10. Cámara de empalme típica para cable de 132 kV

Las cámaras son de tipo no visitable así que no disponen de acceso para personal, si no que presentan unas tapas de hormigón (desmontables en caso de requerir acceso al interior de la cámara) cubiertas por una capa de tierra compactada que se puede retirar en caso de necesitar el acceso a la misma. Sólo resultan accesibles desde el nivel de suelo la arqueta de puesta a tierra y la arqueta de fibra óptica.

La distribución de las cámaras de empalme es diferente para las líneas de 132 kV y 220 kV. Considerándose más restrictiva en cuanto a la máxima distancia de separación la de los cables de 220 kV al ser estos más grandes y más pesados, con una menor capacidad alargamiento ante esas circunstancias.

La parte superior de la cámara será provista de porciones de hormigón armado desmontables con maquinaria. Para cualquier labor de acceso a la arqueta será necesario mover la capa de terreno superior.

Las dimensiones interiores de las cámaras de empalme son de 10 metros de largo por 2 metros de ancho para las líneas de 220 kV, y de 8 metros por 2 metros para las líneas de 132 kV.

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.

7.4.3 Arquetas

Las arquetas serán arquetas normalizadas clase B, presentando 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:

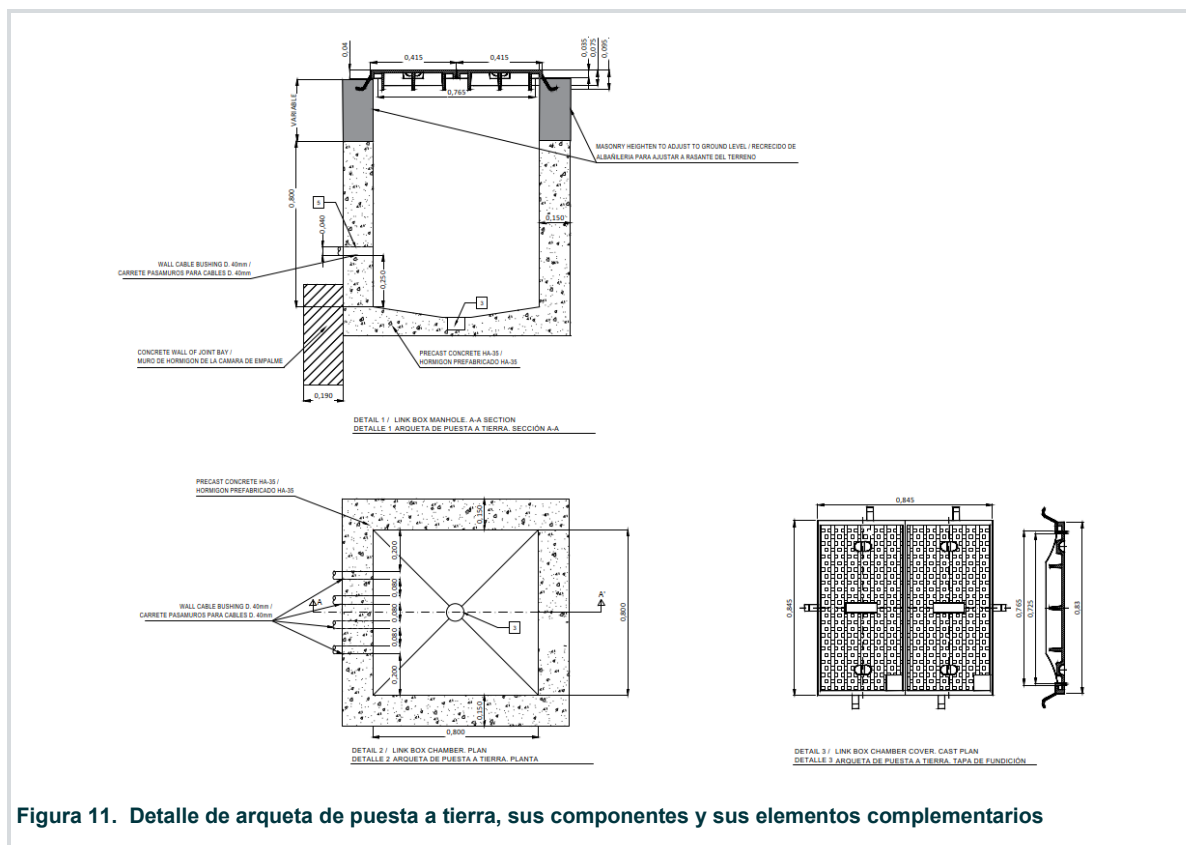


Figura 11. Detalle de arqueta de puesta a tierra, sus componentes y sus elementos complementarios

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:

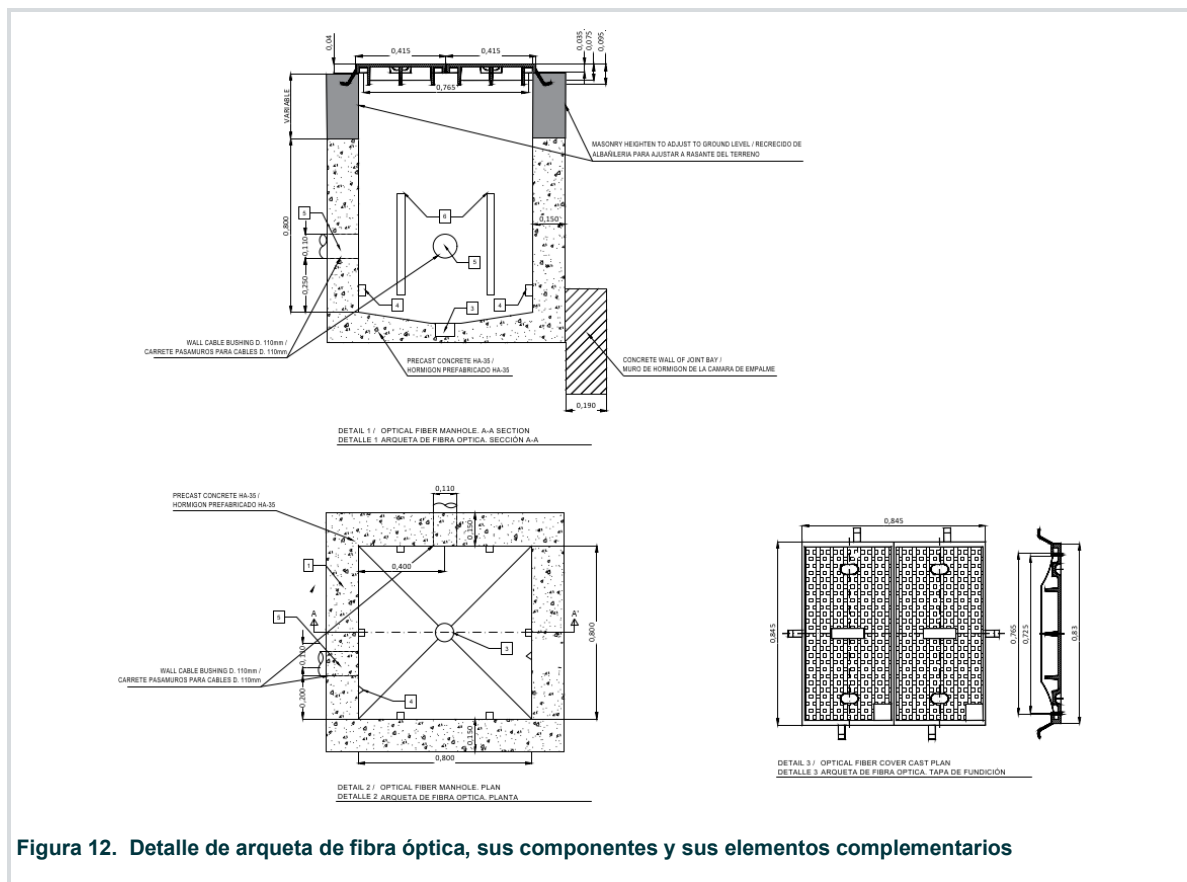


Figura 12. Detalle de arqueta de fibra óptica, sus componentes y sus elementos complementarios

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

Los empalmes serán del tipo premoldeado y deberán proporcionar al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc. Se deberá asegurar además las compatibilidades con respecto al aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química); esfuerzos mecánicos y de cortocircuito; gradiente máximo de campo eléctrico.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y materiales necesarios para la confección y conexionado de pantallas. Las líneas se dispondrán en tramos de la mayor longitud posible, reduciendo el número de empalmes al mínimo necesario

7.4.5 Transición aérea-subterránea

Para realizar la transición será necesaria la instalación de un poste por línea incluyendo los elementos representados en la siguiente figura, y que incluyen un aislador y un descargador de tensión.

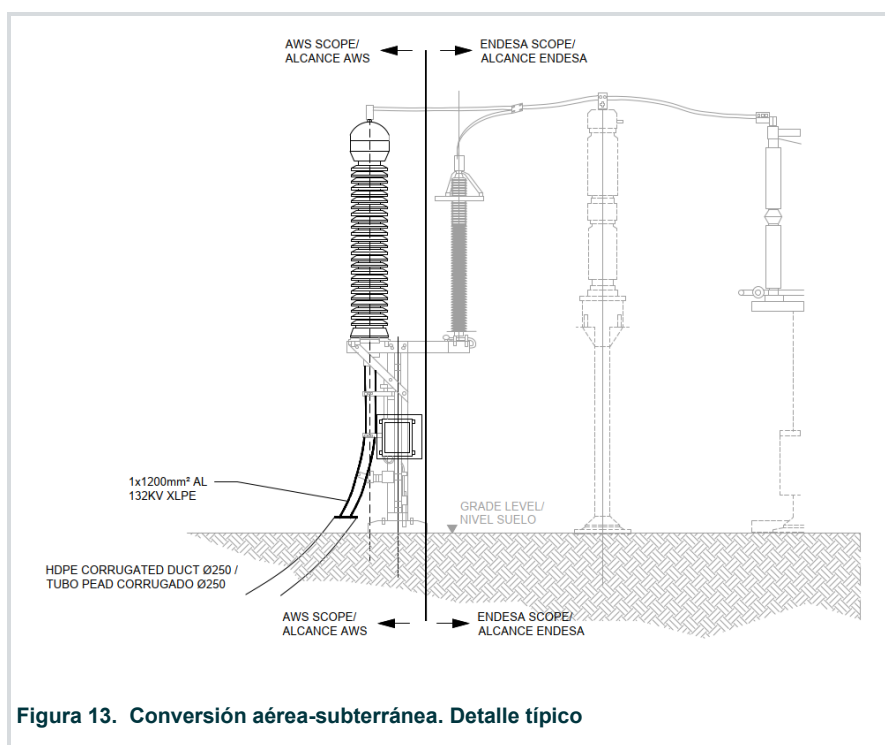


Figura 13. Conversión aérea-subterránea. Detalle típico

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.

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 6. 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.

Se realizará la puesta a tierra del propio apoyo y de la cimentación correspondiente del 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.

7.4.6 Características de los Materiales

7.4.6.1 Cable 132kV

Se trata de un cable de aluminio de 1200 mm² de sección según la configuración que se muestra en la siguiente figura:



Figura 14. 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 conjuntamente con la cubierta.

7.4.6.2 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 9. Composición de la zanja.

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

Tabla 7. 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.

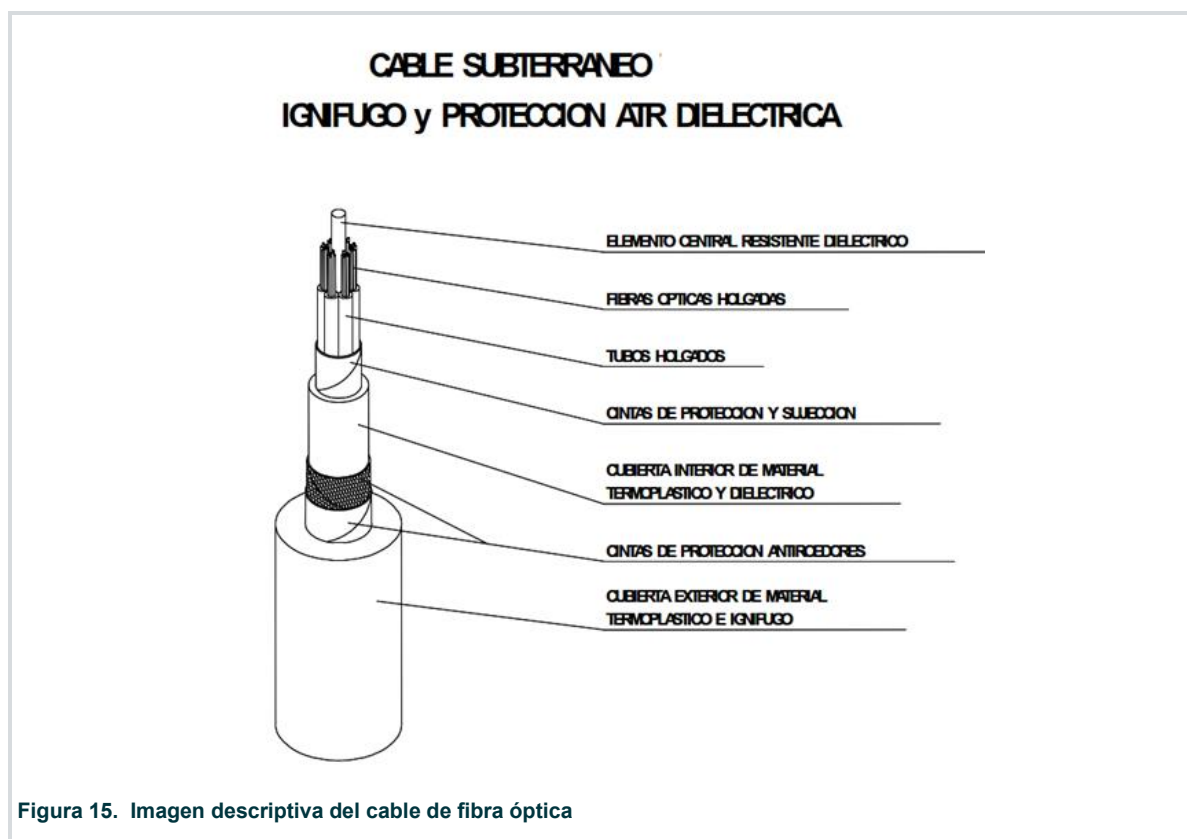


Figura 15. Imagen descriptiva del cable de fibra óptica

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.

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 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, entendiéndose como turquesa el azul claro y el azul como oscuro.

7.4.6.3 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 8. 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 9. 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 10. 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

7.4.6.4 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. 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.

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.

7.4.6.5 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. Para más detalles, referirse a los planos CAR-ACM-74-XX-DR-HV-20010 y CAR-ACM-74-XX-DR-HV-20011.

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.

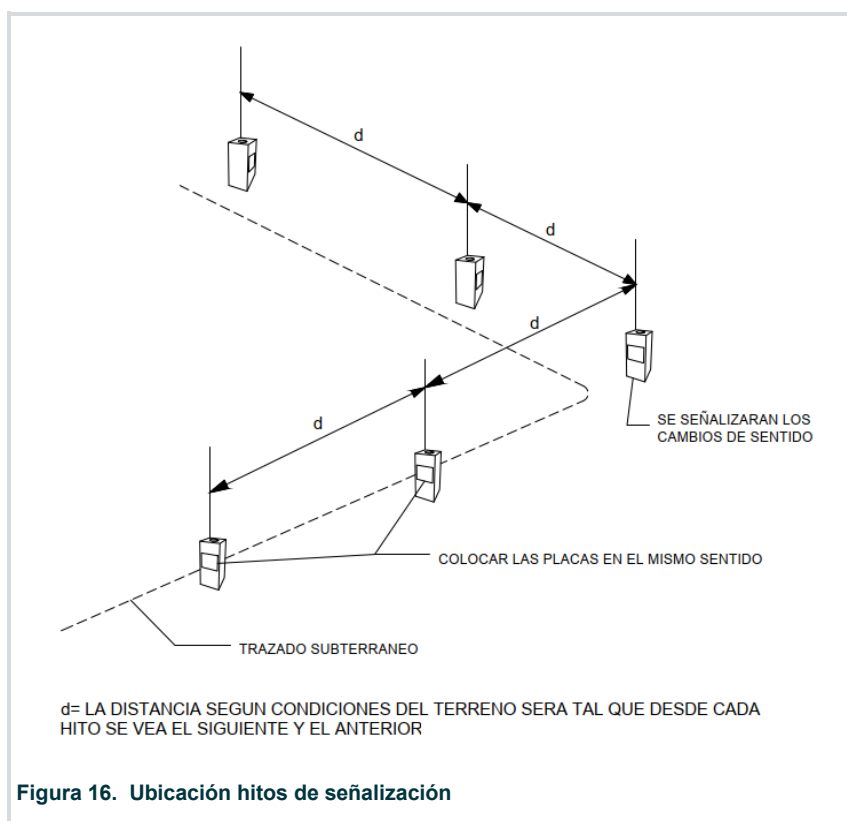
Cumplirán un grado de protección IP68 con la totalidad de la caja a un metro de profundidad según UNE-EN 60529 y un grado de protección mecánica frente a impactos IK10 según UNE-EN 62262.

7.4.7 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. 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.

También se realizará una señalización exterior de la canalización, colocando hitos de señalización a lo largo del tendido, a una distancia según condiciones del terreno de manera que desde cada hito se vea, al menos, el anterior y posterior. También se señalarán los cambios de sentido.



7.4.8 Campos electromagnéticos

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán 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 11. 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

7.4.8.1 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 en cuenta 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 12. 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 13. 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 14. Niveles de referencia de ICNIRP para 50 Hz

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

Tabla 15. Niveles de referencia para 50 Hz según Directiva 2013/35/EU

Trabajadores	
Campo Eléctrico (V/m)	Campo Magnético (μT)
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

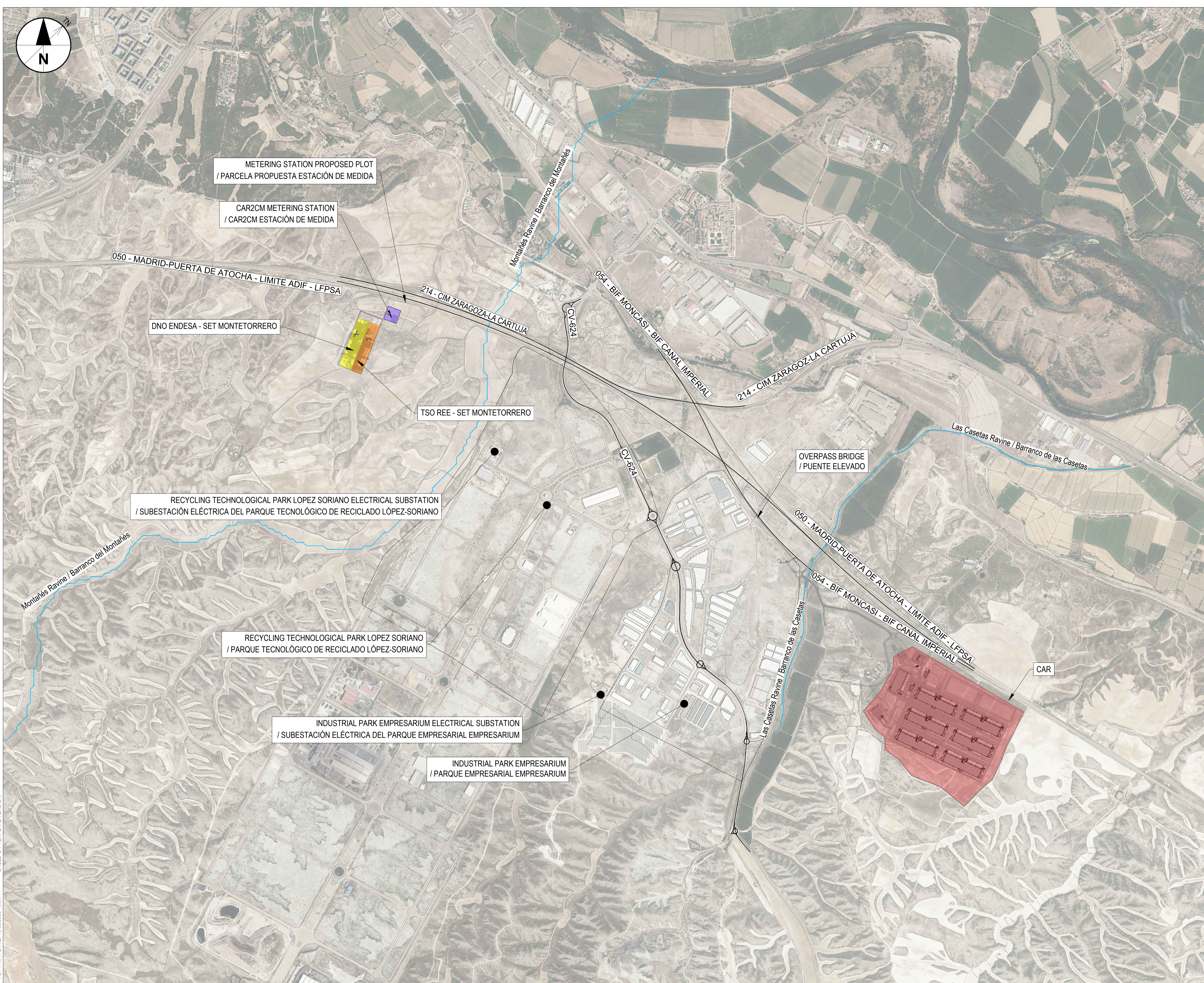
Expuesto el objeto de la presente SEPARATA y considerando suficientes los datos en ella reseñados, la sociedad peticionaria espera que las afecciones descritas sean informadas favorablemente por Redexis y se otorguen las autorizaciones correspondientes para su construcción y puesta en servicio.

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

PLANOS



METERING STATION PROPOSED PLOT
/ PARCELA PROPUESTA ESTACIÓN DE MEDIDA

CAR2CM METERING STATION
/ CAR2CM ESTACIÓN DE MEDIDA

DNO ENDESA - SET MONTETORRERO

TSO REE - SET MONTETORRERO

RECYCLING TECHNOLOGICAL PARK LOPEZ SORIANO ELECTRICAL SUBSTATION
/ SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE RECICLADO LÓPEZ-SORIANO

RECYCLING TECHNOLOGICAL PARK LOPEZ SORIANO
/ PARQUE TECNOLÓGICO DE RECICLADO LÓPEZ-SORIANO

INDUSTRIAL PARK EMPRESARIUM ELECTRICAL SUBSTATION
/ SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DEL PARQUE EMPRESARIAL EMPRESARIUM

INDUSTRIAL PARK EMPRESARIUM
/ PARQUE EMPRESARIAL EMPRESARIUM

OVERPASS BRIDGE
/ PUENTE ELEVADO

CAR

NOTES / NOTAS

KEYNOTES / NOTAS CLAVE

LEGEND / LEYENDA

- RAVINE / BARRANCO
- CAR DATA CENTER SITE LOCATION / LOCALIZACIÓN DEL DATA CENTER CAR
- METERING STATION LOCATION / LOCALIZACIÓN DE ESTACIÓN DE MEDIDA
- ENDESA SUBSTATION LOCATION / LOCALIZACIÓN SUBESTACIÓN DE ENDESA
- REE SUBSTATION LOCATION / LOCALIZACIÓN SUBESTACIÓN DE REE

REV	DATE / FECHA	DESCRIPTION / DESCRIPCIÓN	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 GARCÍA +34 915 487 790 Alfonso XII, 62, 5th floor Madrid, 28014, Spain	STRUCTURAL ENGINEER / INGENIERO DE ESTRUCTURAS: 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: CAR

TITLE / TÍTULO: SITE LOCATION / LOCALIZACIÓN

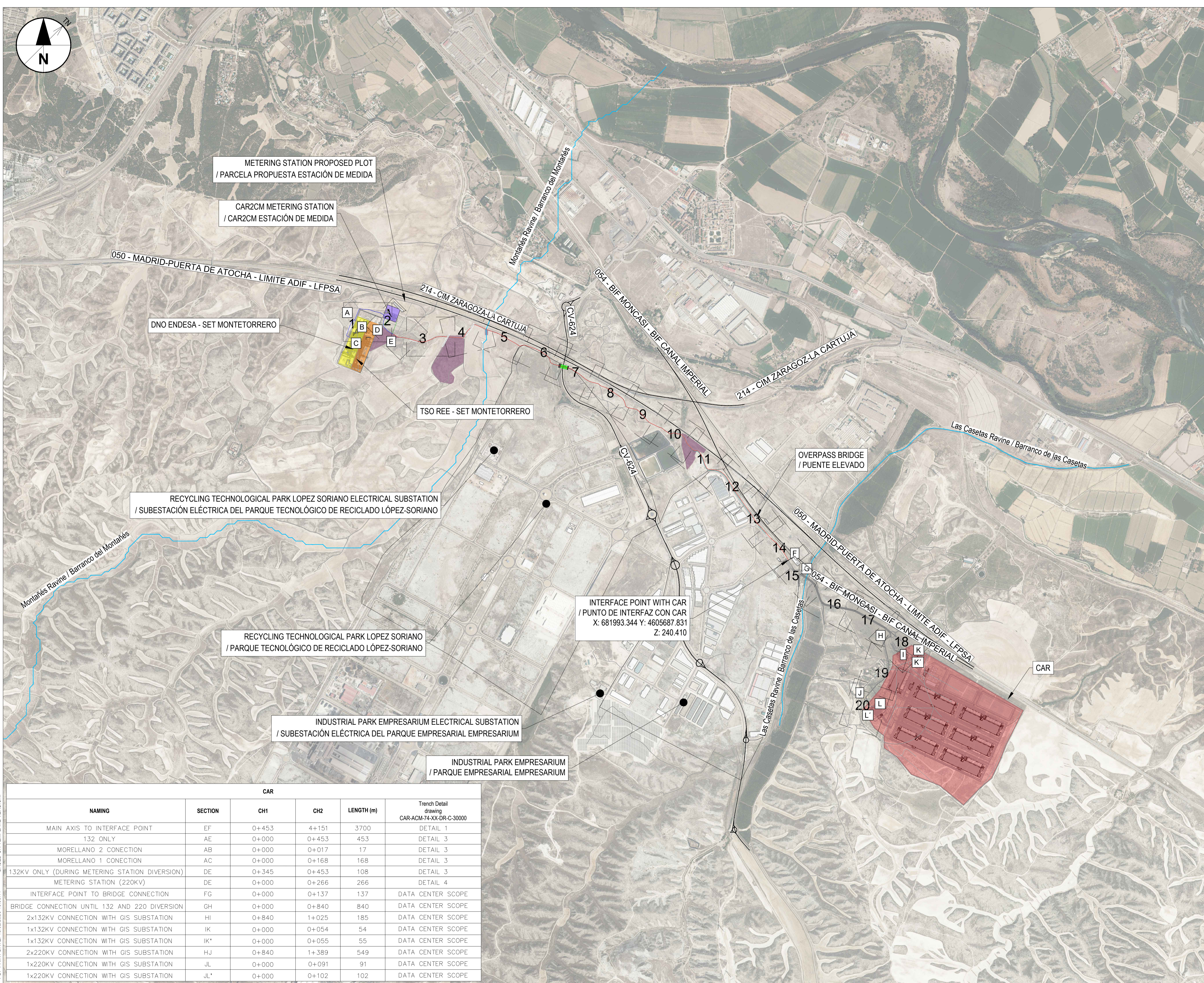
SHEET NO / HOJAS NO: C-00003

FILE NO / FICHERO: CAR-ACM-74-XX-DR-C-00003
 PAPER SIZE / TAMAÑO HOJA: ISO A1 SCALE / ESCALA: 1:12.500 REV: A

Cadena Oficial de Ingeniería Industrial de Madrid, Vol. 1, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025. Firmado Electrónicamente por el COIIN. No Copiar. 1/2017. Copiar: INDECO. Revalidar: ANDECO. Para copiar: www.indeco.es. Para revalidar: www.indeco.es. Para copiar: www.indeco.es. Para revalidar: www.indeco.es.

PDF PRINT DATE: 18/02/2025 15:50:11
 BASED ON TEMPLATE VERSION:

PRINT IN COLOUR



CAR					
NAMING	SECTION	CH1	CH2	LENGTH (m)	Trench Detail drawing CAR-ACM-74-XX-DR-C-30000
MAIN AXIS TO INTERFACE POINT	EF	0+453	4+151	3700	DETAIL 1
132 ONLY	AE	0+000	0+453	453	DETAIL 3
MORELLANO 2 CONECTION	AB	0+000	0+017	17	DETAIL 3
MORELLANO 1 CONECTION	AC	0+000	0+168	168	DETAIL 3
132KV ONLY (DURING METERING STATION DIVERSION)	DE	0+345	0+453	108	DETAIL 3
METERING STATION (220KV)	DE	0+000	0+266	266	DETAIL 4
INTERFACE POINT TO BRIDGE CONNECTION	FG	0+000	0+137	137	DATA CENTER SCOPE
BRIDGE CONNECTION UNTIL 132 AND 220 DIVERSION	GH	0+000	0+840	840	DATA CENTER SCOPE
2x132KV CONNECTION WITH GIS SUBSTATION	HI	0+840	1+025	185	DATA CENTER SCOPE
1x132KV CONNECTION WITH GIS SUBSTATION	IK	0+000	0+054	54	DATA CENTER SCOPE
1x132KV CONNECTION WITH GIS SUBSTATION	IK'	0+000	0+055	55	DATA CENTER SCOPE
2x220KV CONNECTION WITH GIS SUBSTATION	HJ	0+840	1+389	549	DATA CENTER SCOPE
1x220KV CONNECTION WITH GIS SUBSTATION	JL	0+000	0+091	91	DATA CENTER SCOPE
1x220KV CONNECTION WITH GIS SUBSTATION	JL'	0+000	0+102	102	DATA CENTER SCOPE

NOTES / NOTAS

KEYNOTES / NOTAS CLAVE

LEGEND / LEYENDA

- PROPOSED DUCTING (SEE C-30000 SHEET FOR DETAILS) / CANALIZACIONES PROPUESAS (VER HOJA C-30000 PARA DETALLES)
- 2x132KV+2x220KV DUCTING (DETAIL 1) / CANALIZACION 2x132KV+2x220KV (DETALLE 1)
- 2x132KV DUCTING (DETAIL 2) / CANALIZACION 2x132KV (DETALLE 2)
- 2x220KV DUCTING (DETAIL 3) / CANALIZACION 2x220KV (DETALLE 3)
- (2x132KV) OUT OF SCOPE / FUERA DEL ALCANCE (2x132KV)
- PIPE JACKING / HINCA DE TUBOS
- POTENTIAL AREA TO PLACE ACOUSTIC BARRIERS / AREA POTENCIAL PARA UBICAR BARRERAS ACOUSTICA
- RAVINE / BARRANCO
- ENVIRONMENTAL SENSITIVE AREAS / DELIMITACION DE ZONAS SENSIBLES
- CAR DATA CENTER SITE LOCATION / LOCALIZACION DEL DATA CENTER CAR
- METERING STATION LOCATION / LOCALIZACION DE ESTACION DE MEDIDA
- ENDESA SUBSTATION LOCATION / LOCALIZACION SUBESTACION DE ENDESA
- REE SUBSTATION LOCATION / LOCALIZACION SUBESTACION 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 REPRODUCCION NO AUTORIZADA DE ESTE DOCUMENTO EN SU TOTALIDAD O EN PARTE, ESTA PROHIBIDA. ELIMINE ESTE DOCUMENTO SI LO HA RECIBIDO POR ERROR.

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

PROJECT / PROYECTO: CAR

TITLE / TÍTULO: ROUTE LAYOUT - GENERAL LAYOUT PLAN / DISEÑO DE RUTA - PLANO GENERAL

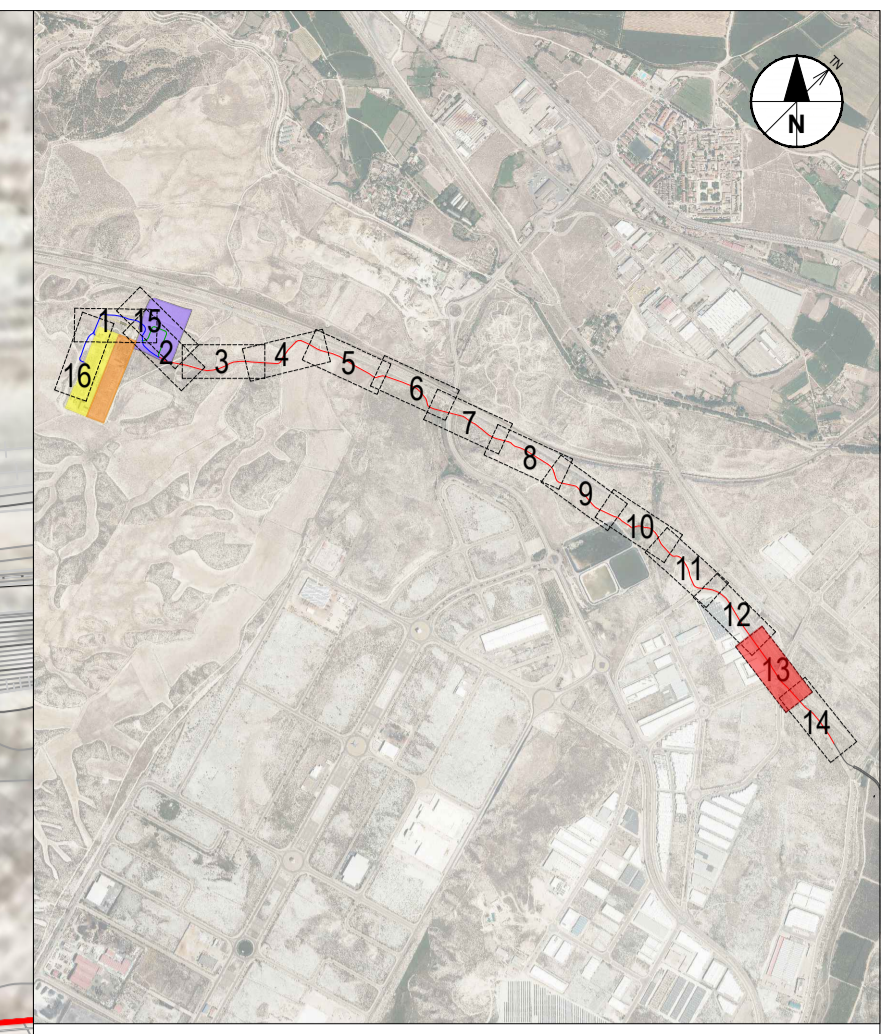
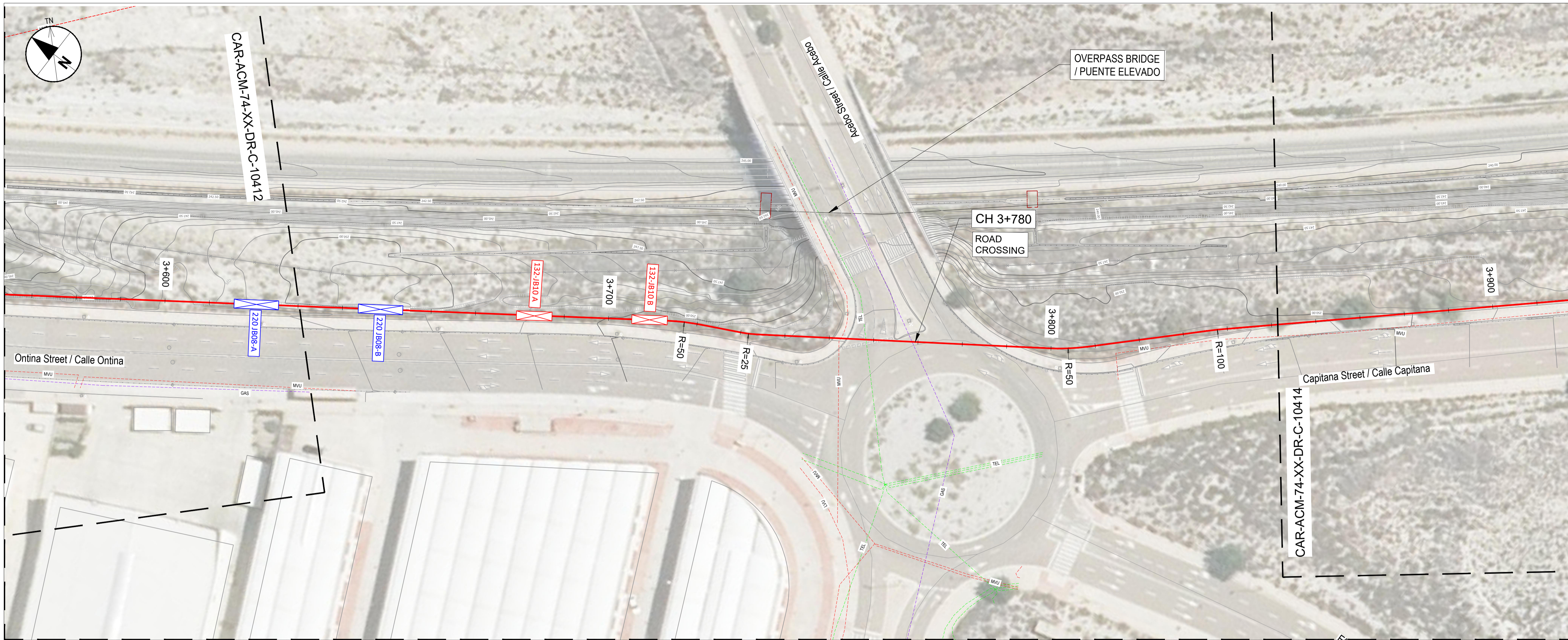
SHEET NO / HOJAS NO: C-10000

FILE NO / FICHERO: CAR-ACM-74-XX-DR-C-10000
 PAPER SIZE / TAMAÑO HOJA: ISO A1 SCALE / ESCALA: 1:12 500 REV: A

Cadena Oficial de Imprentas Industriales de Madrid, S.A. - Nº 2024/4251 - Fecha: 07/03/2025 - Formato: Entregado - Entregado por: J. GARCIA
 Nº Certificado: 11207 - Copias: 100000 - Imprenta: Imprenta Industrial de Madrid, S.A. - Calle: Calle de Toledo, 112 - Madrid, España - Teléfono: +34 91 411 1111

BASED ON TEMPLATE VERSION: 18/02/2023 15:50:11
 PDF PRINT DATE: 18/02/2023 15:50:11

PRINT IN COLOUR



NOTES / NOTAS

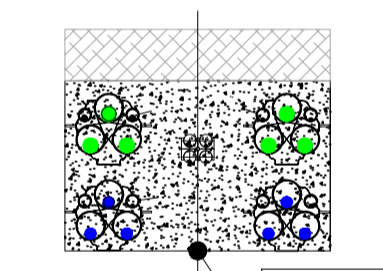
KEYNOTES / NOTAS CLAVE

1- SEE EXISTING SERVICES CROSSING AND PARALLELISM CROSS SECTION AT DRAWING: CAR-ACM-74-XX-DR-C-3001 / VER SECCIÓN TIPO DE CRUCES Y PARALELISMOS CON SERVICIOS EXISTENTES EN: CAR-ACM-74-XX-DR-C-3001

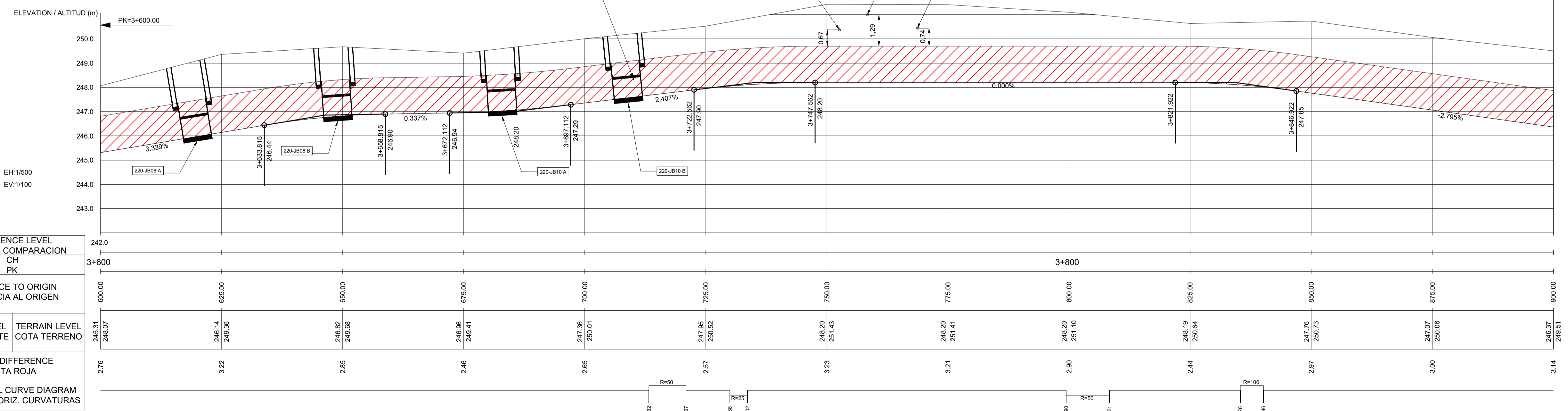
LEGEND / LEYENDA

- PROPOSED DUCTING (SEE C-3000 SHEET FOR DETAILS) / CANALIZACIONES PROPUESTAS (VER HOJA C-3000 PARA DETALLES)
- 2x132kV-2x220kV DUCTING (DETAIL 1) / CANALIZACIÓN 2x132kV-2x220kV (DETALLE 1)
- OTHER EXISTING SERVICES / OTROS SERVICIOS EXISTENTES
- GAS --- GAS NETWORK / RED GAS
 - WAT --- WATER SUPPLY NETWORK / RED SUMINISTRO DE AGUA
 - SEW --- WASTE WATER NETWORK / RED AGUAS RESIDUALES
 - STO --- STORM WATER NETWORK / RED AGUA FLUJAL
 - MVU --- HIGH VOLTAGE UNDERGROUND / ALTA TENSION SUBTERRANEA
 - LVU --- LOW VOLTAGE UNDERGROUND / BAJA TENSION SUBTERRANEA
 - HVO --- HIGH VOLTAGE OVERHEAD / ALTA TENSION AEREA
 - MVO --- MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD / MEDIA TENSION AEREA
 - LVO --- LOW VOLTAGE OVERHEAD / BAJA TENSION AEREA
 - PLN --- PUBLIC LIGHTING NETWORK / RED DE ALUMBRADO PUBLICO
 - TEL --- COMMUNICATIONS NETWORK / RED DE TELECOMUNICACIONES
- CE-220 JOINT BAYS CEXX-220 / CÁMARAS DE EMPALME CEXX-220
 CE-132 JOINT BAYS CEXX-132 / CÁMARAS DE EMPALME CEXX-132
 XX = NUMBER OF BAYS / NÚMERO DE CÁMARAS

DETAIL 1: HIGH VOLTAGE TRENCH UNDER LAND AREA (2x220kV + 2x132kV CABLES) / DETALLE 1: ZANIA LÍNEA ALTA TENSION BAJO TERRENO (2X220KV + 2X132KV CABLES)



SEE DETAIL 1 FOR DESIGN LEVEL / VER DETALLE 1 PARA COTA RASANTE



REFERENCE LEVEL PLANO DE COMPARACION	
CH	PK
DISTANCE TO ORIGIN DISTANCIA AL ORIGEN	
DESIGN LEVEL COTA RASANTE	TERRAIN LEVEL COTA TERRENO
LEVEL DIFFERENCE COTA ROJA	
HORIZONTAL CURVE DIAGRAM DIAGRAMA HORIZ. CURVATURAS	

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 REPRODUCCION 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 MECANICO:
 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

ARCHITECT / ARQUITECTO:
 ENGINEER OF RECORD / INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO:
 AECOM
 ROBERTO FERNÁNDEZ
 COIMM 11.207
 Alfonso XII, 62, Madrid

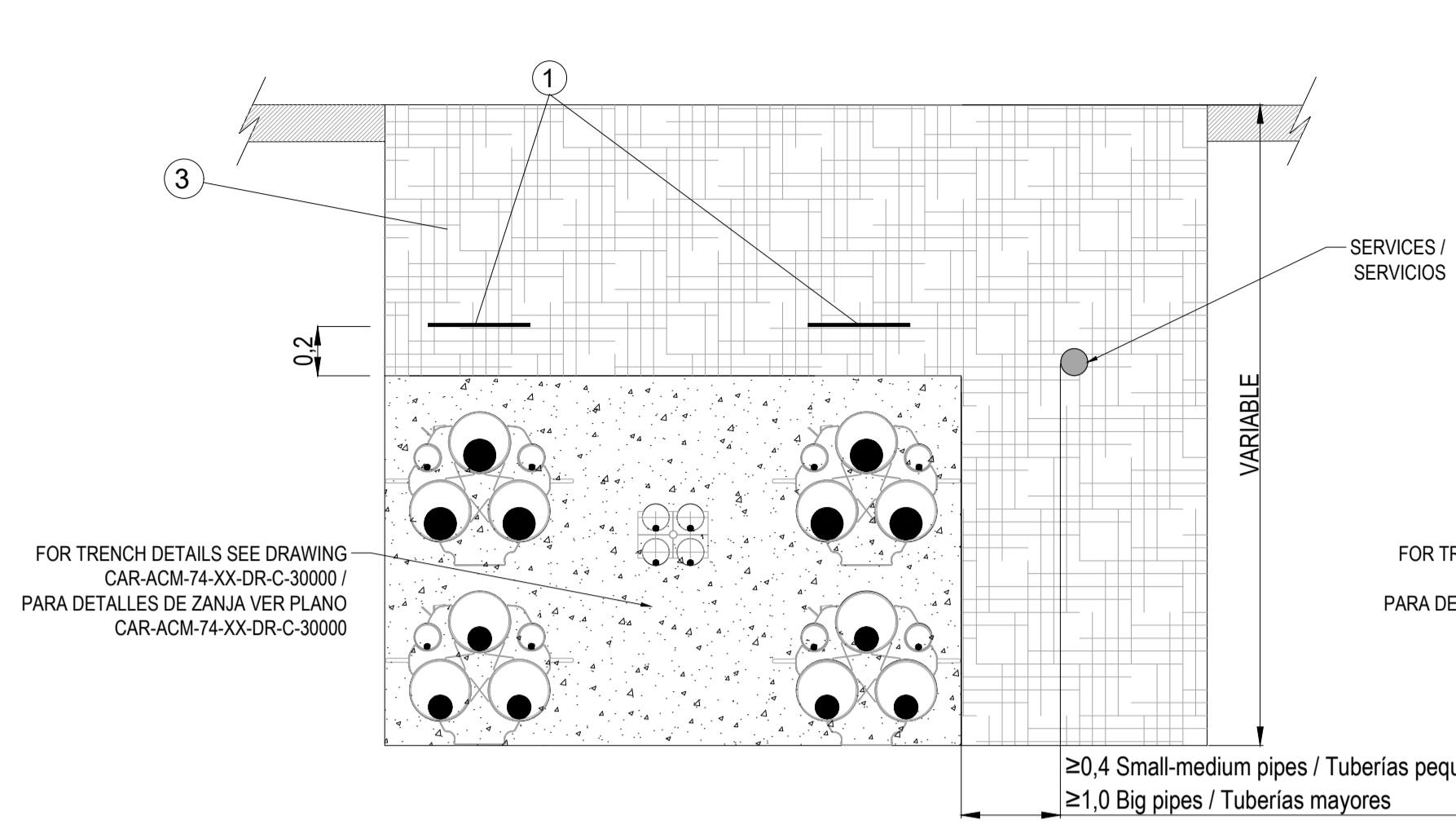
PROJECT / PROYECTO: CAR

TITLE / TÍTULO: EXISTING SERVICES - PLAN SHEET 13 / SERVICIOS EXISTENTES - HOJA 13

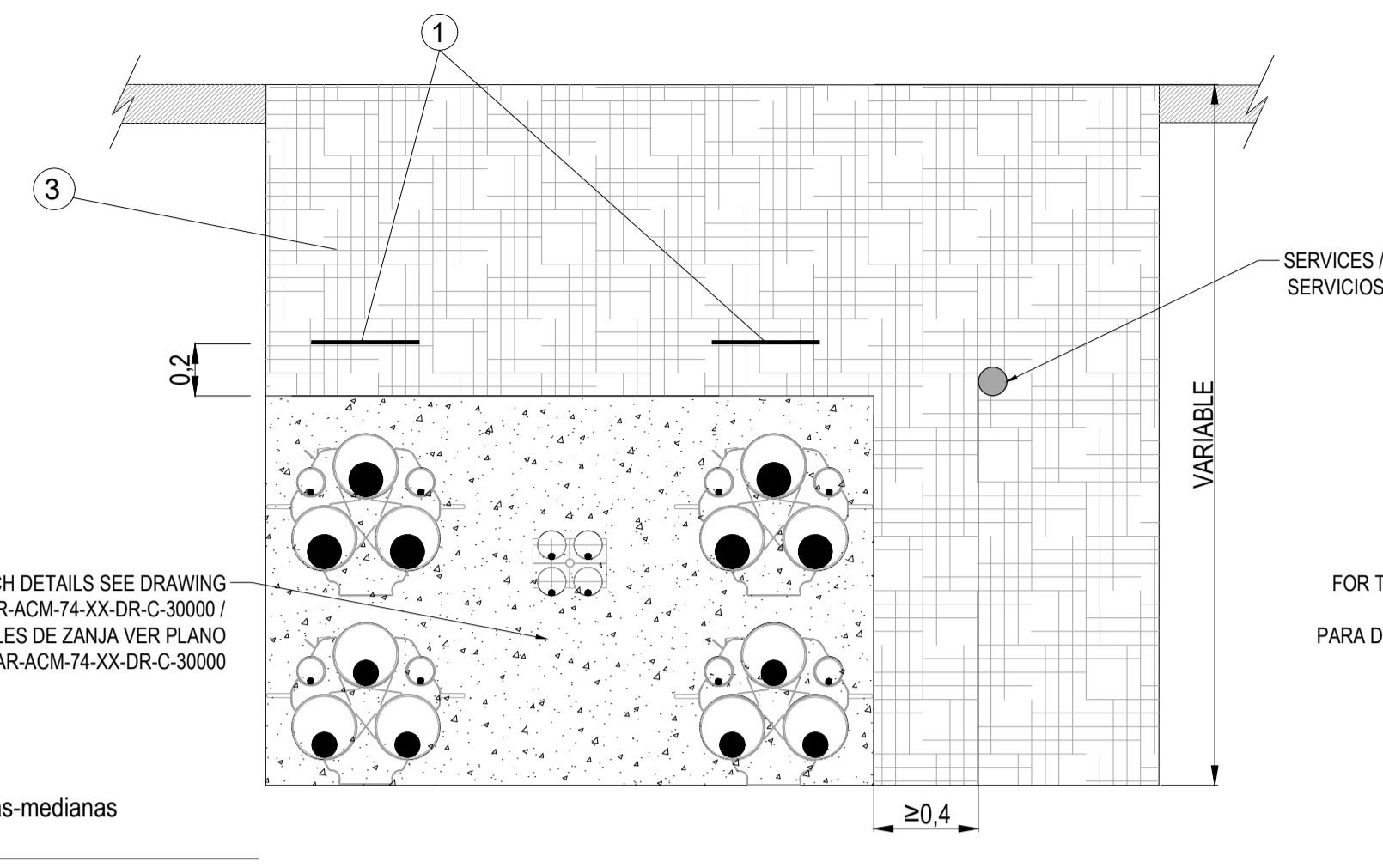
SHEET NO / HOJAS NO: C-10413

FILE NO / FICHERO: CAR-ACM-74-XX-DR-C-10413
 PAPER SIZE / TAMAÑO HOJA: ISO A1 SCALE / ESCALA: 1:500 REV: A

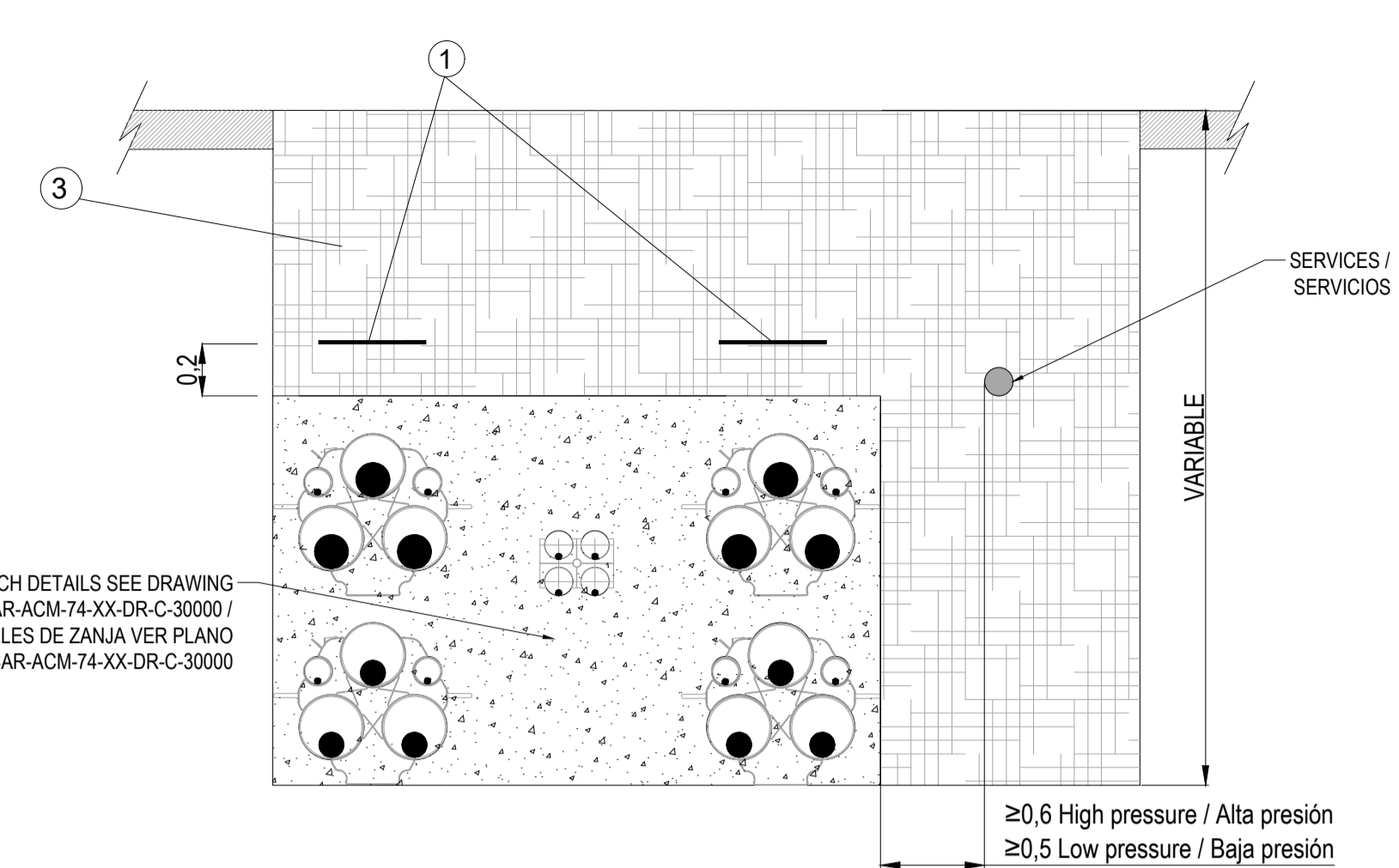
PRINT IN COLOUR



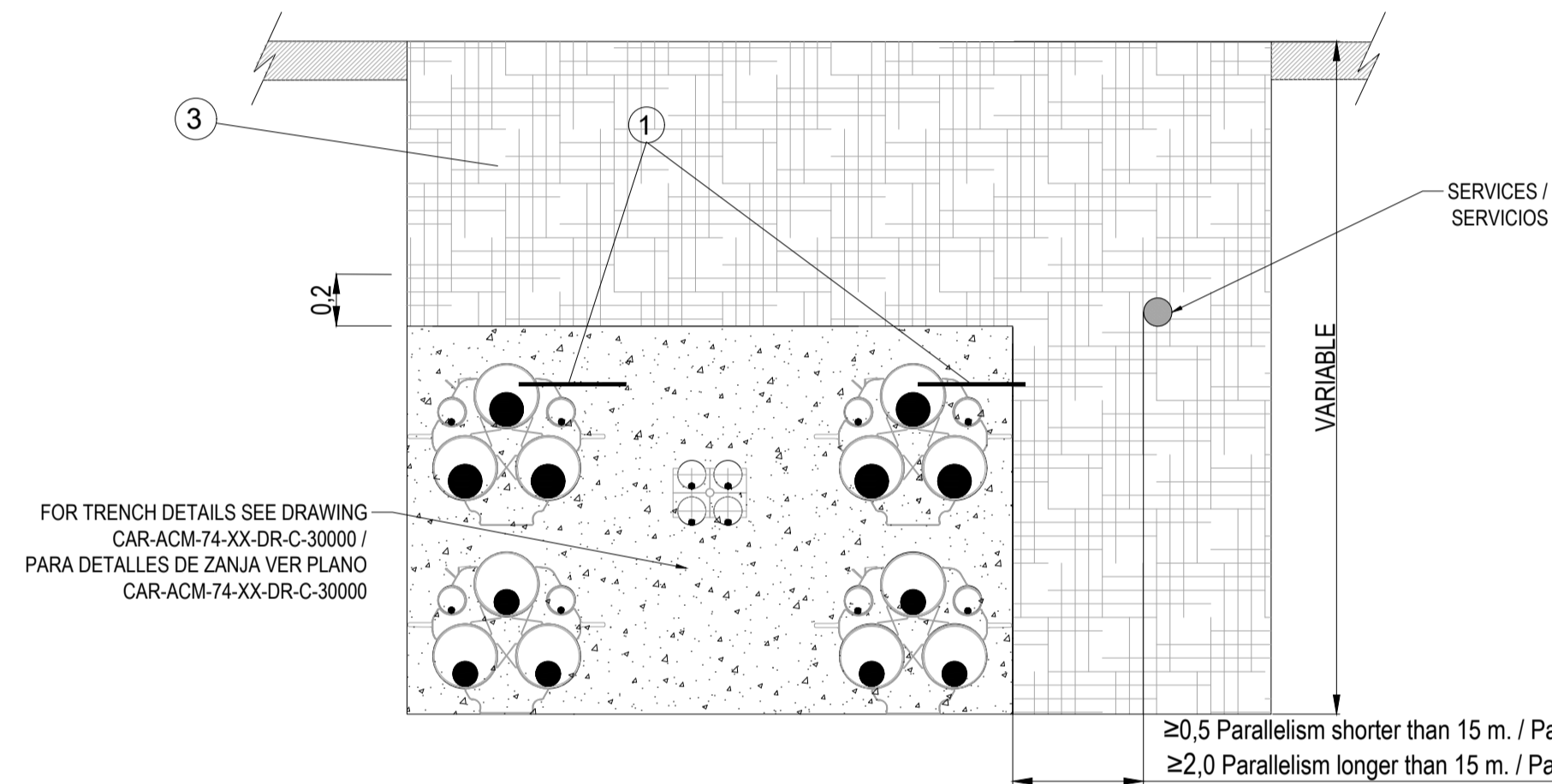
DETAIL 1:
TYPICAL SECTION FOR PARALLEL SERVICES (WATER PIPES)
SECCIÓN TÍPICA PARA SERVICIOS PARALELOS (TUBERÍAS DE AGUA)



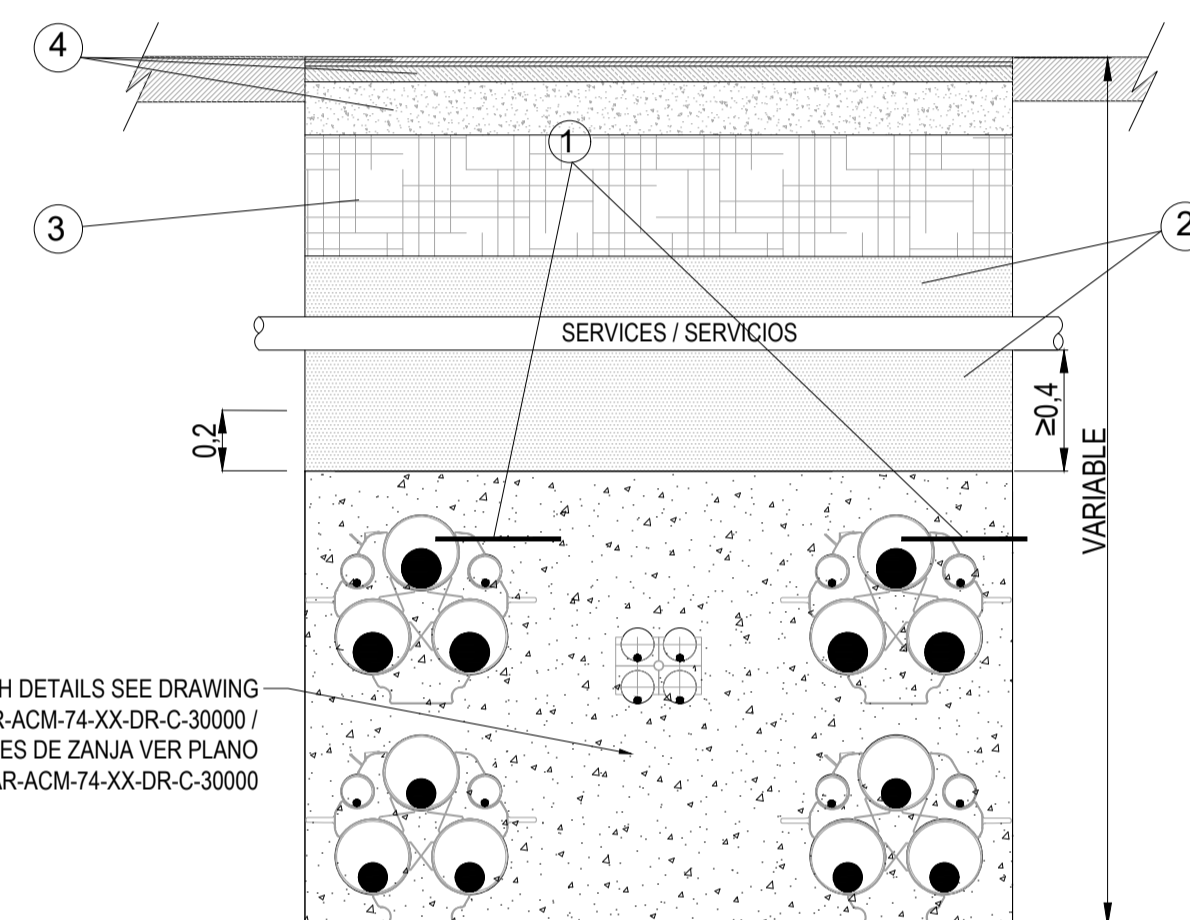
DETAIL 2:
TYPICAL SECTION FOR PARALLEL SERVICES (TELECOMMUNICATION CABLES)
SECCIÓN TÍPICA PARA SERVICIOS PARALELOS (CABLES DE TELECOMUNICACIONES)



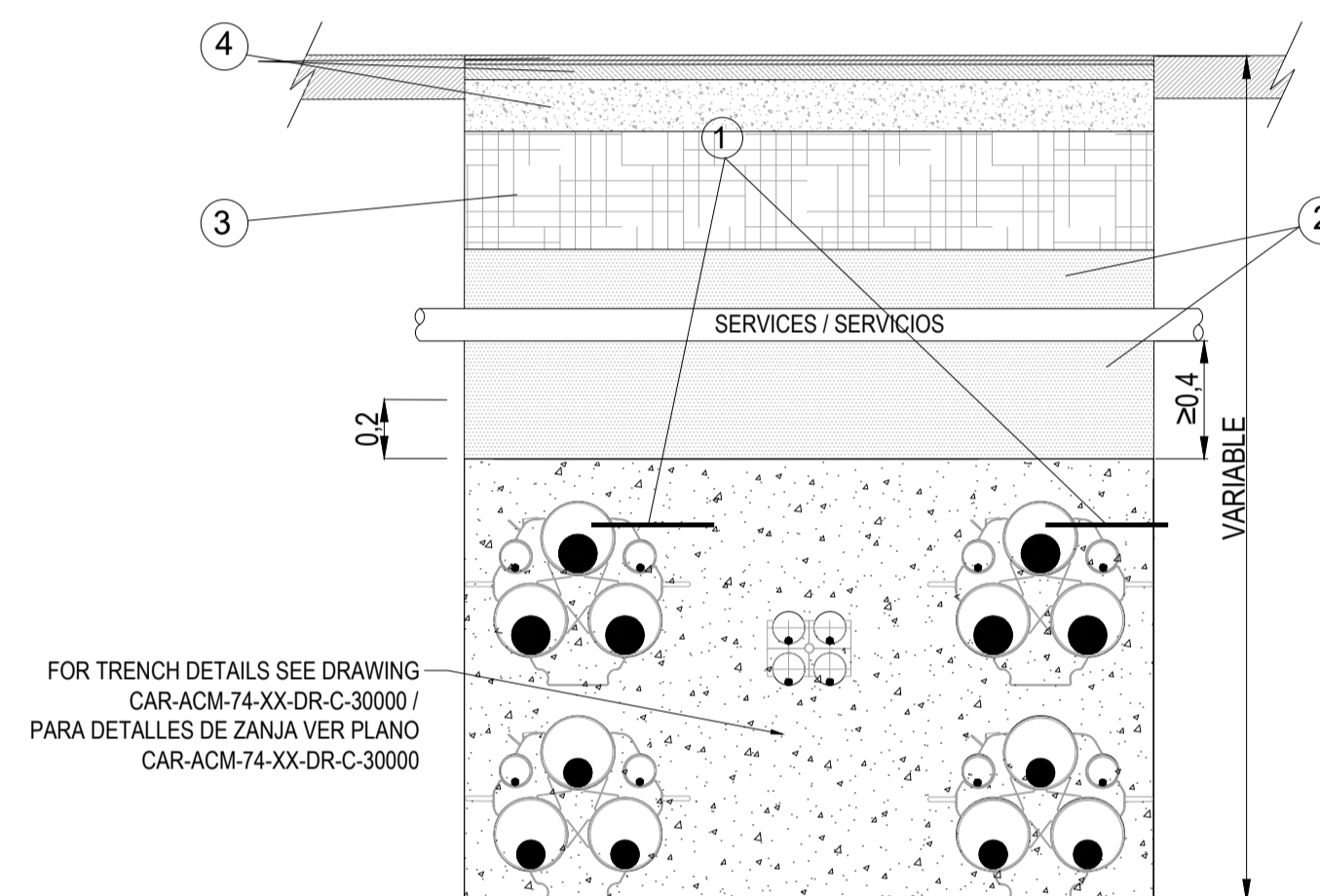
DETAIL 3:
TYPICAL SECTION FOR PARALLEL SERVICES (GAS PIPELINES)
SECCIÓN TÍPICA PARA SERVICIOS PARALELOS (TUBERÍAS DE GAS)



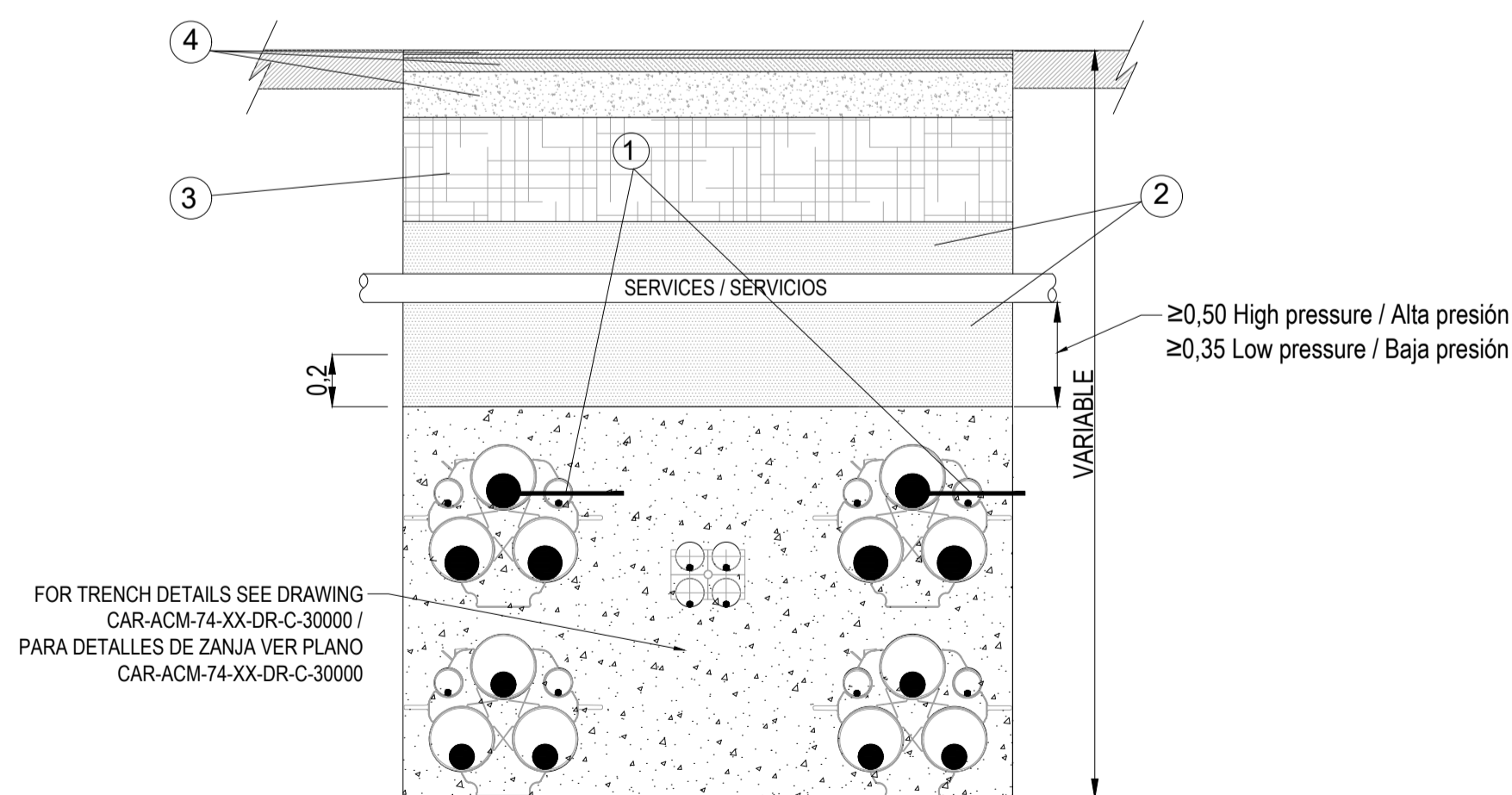
DETAIL 4:
TYPICAL SECTION FOR PARALLEL SERVICES (ELECTRIC LINE)
SECCIÓN TÍPICA PARA SERVICIOS PARALELOS (LÍNEA ELÉCTRICA)



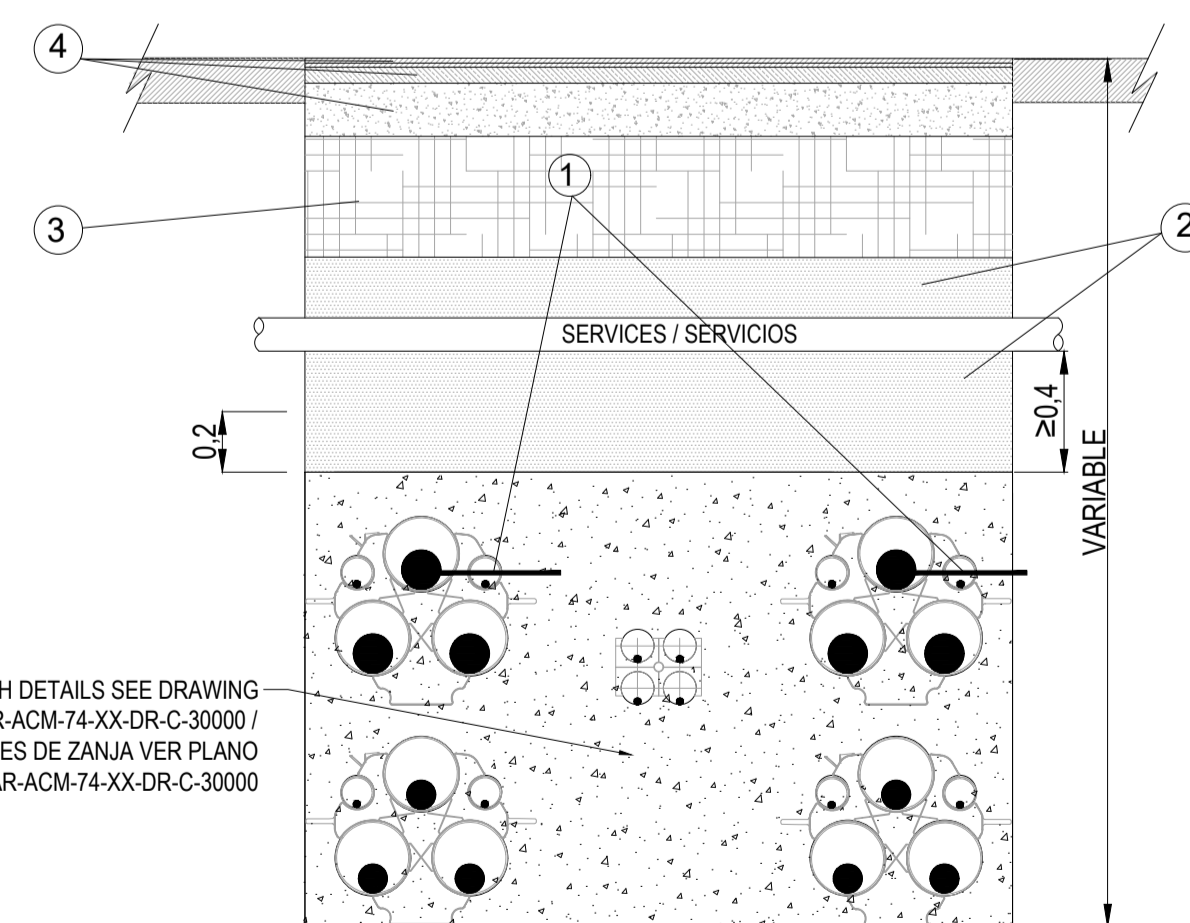
DETAIL 5:
TYPICAL SECTION FOR CROSSING SERVICES (WATER PIPES)
SECCIÓN TÍPICA PARA CRUCE DE SERVICIOS (TUBERÍAS DE AGUA)



DETAIL 6:
TYPICAL SECTION FOR CROSSING SERVICES (TELECOMMUNICATION CABLES)
SECCIÓN TÍPICA PARA CRUCE DE SERVICIOS (CABLES DE TELECOMUNICACIONES)



DETAIL 7:
TYPICAL SECTION FOR CROSSING SERVICES (GAS PIPELINES)
SECCIÓN TÍPICA PARA CRUCE DE SERVICIOS (TUBERÍAS DE GAS)



DETAIL 8:
TYPICAL SECTION FOR CROSSING SERVICES (ELECTRIC LINE)
SECCIÓN TÍPICA PARA CRUCE DE SERVICIOS (LÍNEA ELÉCTRICA)

NOTES / NOTAS

KEYNOTES / NOTAS CLAVE

LEGEND / LEYENDA

- 1 WARNING TAPE / CINTA DE ADVERTENCIA.
- 2 SOIL CLASSIFIED ACCORDING TO PG-3/ SUELO CLASIFICADO SEGÚN PG-3
- 3 MATERIAL ACCORDING TO PG-3, AT LEAST TOLERABLE / MATERIAL SEGÚN PG-3, COMO MÍNIMO TOLERABLE
- 4 PAVEMENT, ASPHALT OR GROUND / PAVIMENTO O TERENO EXISTENTE.

REV	DATE / FECHA	DESCRIPTION / DESCRIPCIÓN	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: ENGINEER OF RECORD / INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO: AECOM ROBERTO FERNÁNDEZ COIM 11.207 Alfonso XII, 62, Madrid
---	--

PROJECT / PROYECTO:	CAR
TITLE / TÍTULO:	TYPICAL TRENCH DETAILS NEAR SERVICES / DETALLES TÍPICOS ZANJA JUNTO A SERVICIOS

SHEET NO / HOJAS NO:	C-30001
----------------------	---------

FILE NO / FICHERO:	CAR-ACM-74-XX-DR-C-30001
PAPER SIZE / TAMAÑO HOJA:	ISO A1
SCALE / ESCALA:	1:25
REV:	A

PRINT IN COLOUR

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, Nº 202404259, Fecha Visado: 27/08/2025, Firmado Electrónicamente por el COTIM,
Nº Colegiado: 11207, Colegiado: ROBERTO FERNÁNDEZ ARENAS, Para comprobar su validez: <https://www.cotim.es/Verificacion>, Cód. Ver: 57860168.