



# Proyecto para Autorización Administrativa de Construcción Línea de Evacuación 25 kV Planta Fotovoltaica Berlín I

Abril 2022 - v01

Separata de afección a la Comunidad de  
Regantes La Campaña

**sólida**  
renewableenergies

Versión	Creado	Revisado	Fecha	Comentarios
01	A.G.S.	E.R.S.	22/04/2022	Edición inicial

# Contenido

1	ANTECEDENTES	3
2	OBJETO	4
3	TITULAR	5
4	DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN	6
4.1	Cruzamiento con acequias.....	6
5	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LINEA	7
6	DESCRIPCIÓN DE LA LINEA	10
7	CARACTERÍSTICAS	11
8	DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LÍNEA	12
8.1	Características del cable subterráneo.....	12
8.2	Terminales .....	14
8.2.1	Terminales celda.....	14
8.3	Empalmes .....	15
8.4	Obra civil.....	17
8.4.1	Zanja del cable .....	17
8.4.2	Perforación horizontal dirigida .....	18
8.5	Tendido.....	19
8.6	Puesta a tierra .....	20
8.7	Ensayos .....	21
9	PLANOS	23

# 1 ANTECEDENTES

---

A continuación, se resume el estado actual de tramitación de la Planta Fotovoltaica Berlín I 4,986 MWp de potencia instalada, en los diferentes organismos competentes, en lo que respecta a la fase de autorización, licencias y concesiones necesarias para la construcción y puesta en funcionamiento de dicha planta.

- Con fecha 26 de febrero de 2020, se obtiene la comunicación de punto de conexión para la planta Berlín I cuyo titular es Fotovoltaica Zarafot 8 S.L. en las siguientes condiciones:
  - Punto de conexión: BARRAS DE 25 KV DE LA SUBESTACIÓN MONZON.
  - Coordenadas UTM (aproximadas) del punto de conexión: H:31 X: 265848 Y:4645581
  - Tensión nominal (V): 25.000
  - Tensión máxima estimada (V): 26.750
  - Tensión mínima estimada (V): 23.250
  - Potencia de cortocircuito máxima de diseño (MVA): 1.083

## 2 OBJETO

---

El presente documento se redacta con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RC 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, por el artículo 123 “Contenido de la solicitud de aprobación del proyecto” que establece la necesidad de separatas de afecciones a las administraciones públicas, organismos y, en su caso, empresas de servicio público o de servicios de interés general.

Este documento se elabora para describir las afecciones a la Comunidad de Regantes La Campaña, generadas por el trazado de la línea eléctrica subterránea de 25 kV que conectará el centro de protección, control y medida de la Planta Fotovoltaica Berlín I, con la Subestación Monzón, con el objetivo de evacuar la energía generada por la Planta Fotovoltaica Berlín I, transcurriendo por el término municipal de Monzón, provincia de Huesca.

### 3 TITULAR

---

El titular y a la vez promotor del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica Berlín I y sus infraestructuras de evacuación es la sociedad Fotovoltaica Zarafot 8, S.L. A continuación, se resumen los datos principales del promotor:

- Promotor: Fotovoltaica Zarafot 8, S.L.
- NIF: B40530594
- Domicilio Social: C/ Cronista Carreres, 11-3ªA, 46003 Valencia
- Administrador: Vicente Zaragoza Zaragoza

## 4 DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN

El objetivo del presente apartado es la descripción de las afecciones a la Comunidad de Regantes La Campaña ocasionadas por la Línea Eléctrica 25kV Planta Fotovoltaica Berlín I.

Dichas afecciones consisten en:

- Afección producida por el cruzamiento de la línea de evacuación con una acequia perteneciente a la Comunidad de Regantes La Campaña.

Estas afecciones pueden observarse con mayor detalle en el plano de “Planta General” adjunto al documento.

### 4.1 Cruzamiento con acequias

A lo largo de la línea de evacuación se produce el siguiente cruzamiento con una acequia perteneciente a la Comunidad de Regantes La Campaña (Coordenadas ETRS89 H31):

Nº	Dist. al inicio (m)	Descripción	Coord. X	Coord. Y	D.min (m)	D.real (m)	Organismo o propietario afectado
C10	606	ACEQUIA SAN SEBASTIAN	270.076	4.643.214	0,6	> 0,6	Comunidad de Regantes La Campaña

Las zanjas con las que se realizará el cruzamiento pueden observarse con mayor detalle en el plano de “Zanjas tipo” del conjunto de planos adjuntos al documento

# 5 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LINEA

La línea eléctrica de 25 kV conectará el centro de protección, control y medida de la Planta Fotovoltaica Berlín I, con la Subestación Monzón, ambas situadas en el término municipal de Monzón, con el objetivo de evacuar la energía generada por la planta fotovoltaica Berlín I. La línea discurre por el término municipal de Monzón, provincia de Huesca.

La línea eléctrica tendrá una longitud total de 7.921 m. La línea tendrá su origen en las celdas del centro de protección, control y medida de la Plata Fotovoltaica Berlín I y su fin en las celdas de la Subestación Monzón. La línea será en su totalidad subterránea.

La línea transcurrirá a lo largo de parcelas de uso agropecuario de dicho término municipal, y cruzará carreteras y caminos asfaltados, así como caminos no asfaltados, acequias sin caudal o de muy bajo caudal, y por lo tanto no navegables. Además, tendremos cruzamientos con gaseoductos. En cuanto a cruzamientos con infraestructuras eléctricas, se realiza el cruzamiento con otras líneas de alta tensión y de telecomunicación.

Los puntos de inicio y fin de línea se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 1. Coordenadas de inicio de la línea eléctrica (coordenadas ETRS89 H31)

INICIO	LUGAR	X (m)	Y (m)	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA
Línea Subterránea	Centro de protección, control y medida "Berlín I"	270.101	4.642.804	Huesca	Monzón	19	40

Tabla 2. Coordenadas de y fin de la línea eléctrica (coordenadas ETRS89 H31)

FINAL	LUGAR	X (m)	Y (m)	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA
Línea Subterránea	ST Monzón	265.875	4.646.150	Huesca	Monzón	6	201



A continuación, se muestran las parcelas por las que discurre la línea eléctrica de evacuación:

Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Término Municipal
22218A01900040	19	40	Monzón
22218A01909018	19	9018	Monzón
22218A01809001	18	9001	Monzón
22218A01809014	18	9014	Monzón
22218A01609065	16	9065	Monzón
22218A01609015	16	9015	Monzón
22218A01609040	16	9040	Monzón
22218A01600181	16	181	Monzón
22218A01609021	16	9021	Monzón
22218A01609026	16	9026	Monzón
22218A01600093	16	93	Monzón
22218A01509001	15	9001	Monzón
22218A01500143	15	143	Monzón
22218A01500208	15	208	Monzón
22218A01509017	15	9017	Monzón
22218A01500207	15	207	Monzón
22218A01509009	15	9009	Monzón
22218A01509024	15	9024	Monzón
22218A01509022	15	9022	Monzón
22218A01500108	15	108	Monzón
22218A01500106	15	106	Monzón
22218A01509023	15	9023	Monzón
22218A01509002	15	9002	Monzón
22218A01500009	15	9	Monzón
22218A01409001	14	9001	Monzón
22218A01409023	14	9023	Monzón
22218A01400003	14	3	Monzón
22218A01400001	14	1	Monzón
22218A00909007	9	9007	Monzón
22218A00900065	9	65	Monzón
22218A00909013	9	9013	Monzón
22218A00900077	9	77	Monzón
22218A00809013	8	9013	Monzón
22218A00800022	8	22	Monzón
22218A00709027	7	9027	Monzón
22218A00709019	7	9019	Monzón
22218A00700057	7	57	Monzón

Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Término Municipal
22218A00709020	7	9020	Monzón
22218A00609001	6	9001	Monzón
22218A00609020	6	9020	Monzón
22218A00600243	6	243	Monzón
22218A00600244	6	244	Monzón
22218A00600248	6	248	Monzón
22218A00600249	6	249	Monzón
22218A00600250	6	250	Monzón
22218A00600201	6	201	Monzón
001100100BG64F	-	-	Monzón

## 6 DESCRIPCIÓN DE LA LINEA

Una vez descrito el trazado de la línea, se procede a presentar las principales características eléctricas y generales.

Las principales características eléctricas de la línea son:

Tabla 3. Características eléctricas de la línea

Características generales	
Tensión (kV)	25
Tensión más elevada de la red (kV)	30
Frecuencia (Hz)	50
Potencia a transportar (MW)	5
f.d.p	0,90

La línea eléctrica objeto del presente Proyecto Administrativo será en su totalidad subterránea. Saldrá del centro de protección, control y medida de la Planta Fotovoltaica Berlín I, llegando a la Subestación Monzón con una longitud de 7921 metros.

Las características de la línea se definen con mayor detalle en el siguiente punto.

## 7 CARACTERÍSTICAS

Las principales características de la línea son la siguientes:

Características eléctricas	
Tensión (kV)	25
Tensión más elevada de la red (kV)	30
Frecuencia (Hz)	50
Potencia máxima a transportar (MW)	5

Características generales de la línea	
Origen	Centro de protección, control y medida PFV Berlín I
Final	Sala de celdas Subestación Monzón
Longitud (m)	7921 m
Categoría de la línea	3ª
Categoría de la red	A
Tipo de montaje	Simple circuito
Nº de conductores por fase	1
Configuración del circuito	Triángulo
Tipo de instalación	Directamente enterrado Enterrado bajo tubo hormigonado Perforación horizontal dirigida
Conductores por tubo	3
Diámetro del tubo	200 mm
Material del tubo	Polietileno de alta densidad (PEAD)
Tipo de conexión de las pantallas	Solid Bonding
Profundidad de enterramiento de los cables (centro del tresbolillo)	0,8-1 m
Resistividad del terreno	1,5 K·m/W
Resistividad del hormigón	1 K·m/W
Temperatura del terreno	25°C

## 8 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LÍNEA

### 8.1 Características del cable subterráneo

El cable de proyectado en el presente proyecto de ejecución cumple con lo especificado en las normas:

- UNE-HD 620-1: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-HD 620-10E: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).
- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 36 kV ( $U_m = 42$  kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.
- IEC60502: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV).

El cable proyectado es AL RHZ1-OL 18/30 kV 1x240mm<sup>2</sup> Cable aislado de aislamiento XLPE 18/30 kV de aluminio 1x240 mm<sup>2</sup> con pantalla constituida por cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta, y cubierta de poliolefina termoplástica.

La composición general de los cables aislados de aluminio con pantalla constituida por alambres de cobre para tensión nominal de 18/30 kV será la que se muestra a continuación:

Tabla 1. Cable 18/30 kV



- 1. Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio según UNE EN 60228.
- 2. Semiconductora interna: capa extruida de material conductor.
- 3. Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
- 4. Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.

- 5. Protección longitudinal contra el agua: cinta hinchante semiconductor
- 6. Pantalla metálica: cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta.
- 7. Cubierta exterior: poliolefina termoplástica Z1.

Las características del cable aislado subterráneo empleado en la línea eléctrica serán:

Tabla 2. Característica del cable aislado

Tipo	1x240 mm <sup>2</sup> XLPE 18/30 kV
Material del conductor	Aluminio
Material de la pantalla	Aluminio
Material del aislamiento	XLPE
Sección del conductor	17,8 mm <sup>2</sup>
Sección de la pantalla	16 mm <sup>2</sup>
Diámetro del conductor	32,60 mm
Diámetro exterior del cable	43 mm
Peso aproximado	1910 kg/km
Radio de curvatura estático	645 mm
Radio de curvatura dinámico	860 mm

Las características eléctricas del cable mencionado son:

Tabla 3. Características eléctricas del cable aislado

Tensión nominal simple, $U_0$	18 kV
Tensión nominal entre fases, $U$	30 kV
Tensión máxima entre fases, $U_m$	36 kV
Tensión a impulsos, $U_p$	170 kV

Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	90°C
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	250°C

## 8.2 Terminales

### 8.2.1 Terminales celda

La conexión del cable con las celdas de 25 kV de la planta fotovoltaica, situadas en los extremos terminales del cable se realizará mediante conectores tipo enchufables rectos, del tipo Pfisterer o similar tamaño 3 de hasta 36 kV y hasta 630 mm<sup>2</sup> de sección de conductor.

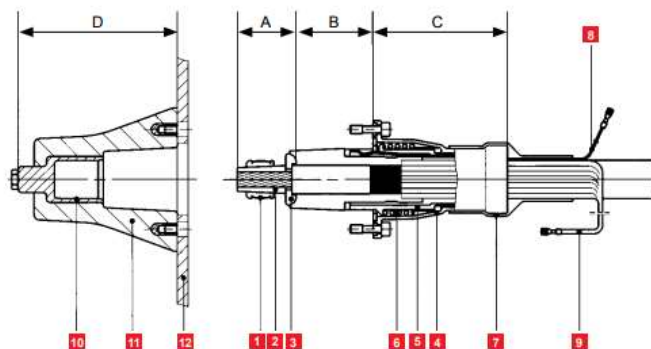
Las características técnicas de los terminales tipo Pfisterer son compatibles con el cable proyectado, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

Los terminales cumplen con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

### Composición

Imagen 1. Terminales



- A: sistema de contacto.
  - 1: anillo de contacto.
  - 2: deflector de tensión.
  - 3: pieza de presión.
- B: aislamiento y control de campo.
- C: carcasa.
  - 4: brida de campana.

- 5: manguito de presión.
- 6: resorte de presión.
- 7: manguito termorretráctil.
- 8: cable de prueba.
- 9: pantalla del cable.
- D: enchufe.
  - 10: contacto hembra.
  - 11: aislamiento.

12: carcasa.

### 8.3 Empalmes

Los empalmes serán premoldeados. Los empalmes serán probados en fábrica previamente al montaje para cada instalación en particular. Proporcionarán 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.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material 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. Los empalmes deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 36 kV ( $U_m = 42$  kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

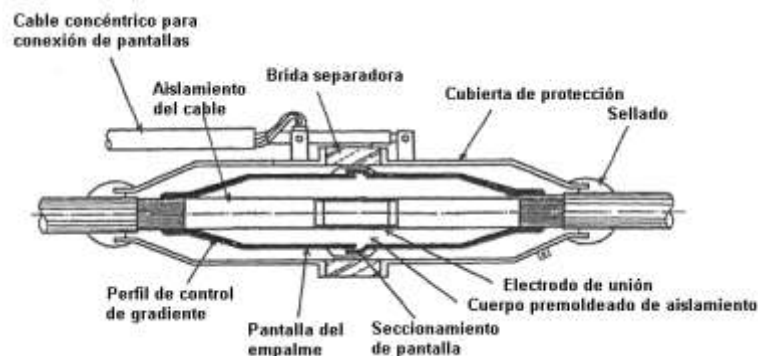
#### Composición

La composición general de los empalmes para los cables unipolares de aislamiento seco será:

- Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
- Pantalla del empalme y perfil de control de gradiente.
- Cuerpo premoldeado de aislamiento.
- Conexión de los conductores y electrodo de unión.
- Accesorios y pequeño material.



Imagen 2. Empalmes



#### Características constructivas:

Los empalmes deberán ser diseñados y probados para cada cable aislado en particular. Se comprobará especialmente las compatibilidades con respecto a:

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

#### Cubierta de protección.

Protegerá el empalme, soportará los esfuerzos mecánicos y proporcionará estanqueidad total frente a la entrada de agua. En caso de empalme con separador de pantallas, la cubierta protectora deberá estar provista de una salida para el cable concéntrico de conexión de pantallas y una brida aislada separadora.

En la zona de unión con el cable dispondrá de protección mecánica adecuada para evitar daños causados por la transmisión de esfuerzos (tanto axiales como transversales) y garantizar la completa estanqueidad de la unión (barrera contra la penetración radial y longitudinal de agua).

Como protección de la pantalla dentro de la carcasa exterior se emplearán materiales adecuados para evitar la entrada de agua, como relleno de material sellador anti-humedad, manguito retráctil, etc.

#### Pantalla de empalme

Permitirá la conexión de pantallas sin suponer una disminución de la sección efectiva de las mismas. Se dispondrá del adecuado perfil de control de gradiente. En caso de empalme con separador de pantallas, las pantallas y semiconductoras exteriores quedarán separadas mediante un anillo seccionador aislante.

#### Cuerpo premoldeado de aislamiento

El cuerpo premoldeado del empalme será preferentemente una única pieza formada por las siguientes capas:

- Capa semiconductoras interna.

- Aislamiento XLPE.
- Capa semiconductor externa.

El material del cuerpo premoldeado será EDPM o goma de silicona realizado mediante vulcanización a alta temperatura.

El cuerpo premoldeado deberá estar ensayado completamente en fábrica.

#### Conexión de los conductores

Se realizará mediante conector metálico de compresión y electrodo de unión, con el objetivo de asegurar la misma capacidad de transporte y soportar los esfuerzos termomecánicos del cable.

#### Accesorios

Incluye todos los accesorios (cableado, petacas, etc.) y pequeño material (cinta, masillas, etc.) necesarios para la correcta confección del empalme.

No se realizarán cámaras de empalme, los empalmes se instalarán en las zanjas y se cubrirán de forma similar a los cables de potencia según el tipo de zanja que corresponda con el tramo de la línea.

## 8.4 Obra civil

### 8.4.1 Zanja del cable

Las canalizaciones de líneas subterráneas se proyectarán teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público y privado, evitando siempre los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será de mínimo 16 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán como mínimo el doble de las indicadas anteriormente en su posición definitiva.
- Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial.
- Los cruces de arroyos o cauces de agua serán perpendiculares al eje del mismo.

Los cables se alojarán en zanjas que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumplirá con las condiciones de paralelismo, cuando los haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavado, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, siendo la capa de un espesor mínimo de 50 mm, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima de los cables irá otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 100 mm sobre los cables, y sobre ésta se colocará una protección a todo lo largo del trazado del cable. Esta protección estará constituida por el número de placas cubrecables necesario para cubrir toda la longitud y anchura de la zanja. Las dimensiones del cubrecables serán 250 mm de ancho por 1000 mm de longitud. Esta placa tendrá una superficie lisa libre de irregularidades y defectos el corte de los extremos de las placas será perpendicular a su eje longitudinal, sin aristas o rebabas cortantes y su perfil será uniforme.

Las placas llevarán las marcas en color negro indeleble. Las letras tendrán una altura de 15 mm como mínimo. Llevarán las siguientes marcas:

- la señal de advertencia de riesgo eléctrico
- el rótulo ATENCIÓN: CABLES ELÉCTRICOS
- la abreviatura de su material constitutivo
- la inscripción LIBRE DE HALÓGENOS
- símbolo de material reciclable

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja. A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de arena, todo-uno o zahorras, de 0,3 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,40 m y 0,40 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos.

A continuación, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, y en su defecto, con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

Cuando los circuitos discurren bajo tubo hormigonado se realizará un dado de hormigón de dimensiones en el que se embeberán los tubos para el tendido de los cables. Sobre el hormigón, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, y en su defecto, con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

La representación de lo expuesto anteriormente se muestra en el plano *Sección tipo de zanjas*.

#### 8.4.2 Perforación horizontal dirigida

Se utilizará únicamente cuando sea imposible abrir zanjas.

Se usarán debido a que no se altera el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, construcción de la propia excavación, etc., por lo que las molestias vecinales y de tráfico son mínimas.

En el proyecto objeto de este documento se empleará esta técnica en cruces con vías públicas, carreteras, ríos, etc., donde no sea posible abrir zanjas. También pueden ser necesarias estas técnicas para el cruce de alguna vía de circulación para la cual el organismo afectado solamente diera permiso para cruzar mediante el sistema de perforación horizontal "Topo". Podrán utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena.

En estos casos de prescindirá el diseño de la zanja prescrito anteriormente puesto que los tubos irán protegidos en el interior de otro tubo de diámetro suficiente para albergar los tubos de la canalización. En los tramos de canalización en topo los tubos no irán hormigonados. Se colocará una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo.

En una misma perforación tipo "topo" se canalizará el circuito. Esto se realizará de este modo tanto para disminuir el impacto producido por la perforación como para no tener que ir a perforaciones difíciles de encontrar en el mercado.

En el proyecto objeto de esta memoria se plantea la perforación horizontal dirigida para los cruzamientos con la autovía A-22 y con el Río Sosa.

Lo expuesto en este punto se detalla en el plano *Zanjas tipo*.

## 8.5 Tendido

Antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de trazado con desnivel se realizará el tendido en sentido descendente.

Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral.

Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha. La bobina estará protegida con duelas de madera, por lo que debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable. El manejo de la misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos. Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se hará sobre suelo blando, y habrá que evitar que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos habrá que disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un periodo largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radio-teléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radio-teléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma, alrededor de su eje.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina. Estará terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas. Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

La velocidad de tendido será del orden de 2,5 a 5 metros por minuto y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

En el caso de temperaturas inferiores a 5°C, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C no se permitirá realizar el tendido del cable. Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de

gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En ningún caso se dejarán en la canalización y zona de elaboración de las botellas terminales los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termorretráctiles.

En el extremo del cable en el que se vaya a confeccionar una botella terminal se eliminará una longitud de 2,5 m, ya que al haber sido sometidos los extremos del cable a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

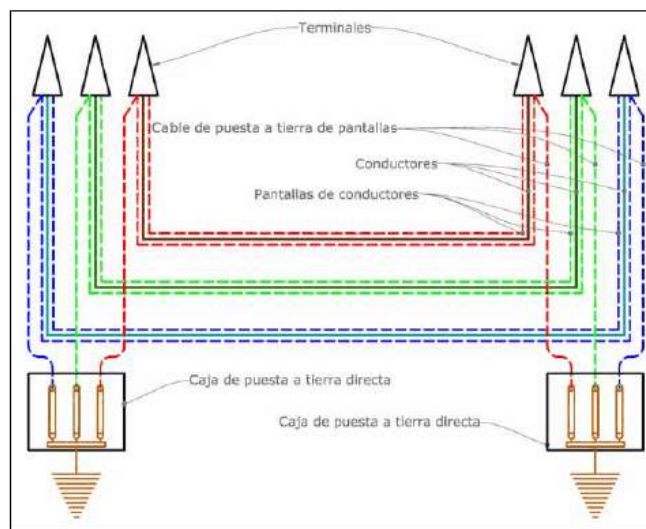
## 8.6 Puesta a tierra

El sistema de conexión de las pantallas diseñado para el proyecto objeto de este documento es “solid bonding” o sistema de conexión rígida a tierra en el que las pantallas se encuentran conectadas a tierra en ambos extremos.

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a tierra se mantengan próximas a cero. Las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea. Para no superar las tensiones soportadas por la cubierta en líneas de gran longitud y elevada corriente de cortocircuito, es conveniente que en los puntos de empalme de los cables las pantallas se conecten entre sí y a tierra.

Con la utilización de este sistema de puesta a tierra no se disponen medidas para evitar la circulación de corrientes por las pantallas en régimen permanente. Estas corrientes inducidas por los conductores originan calor, con la consiguiente disminución de la capacidad de transporte considerada en los cálculos eléctricos de selección del cable.

Imagen 3. Puesta a tierra de pantallas



Como condiciones de instalación preferentes, se colocarán los cables al tresbolillo y lo más juntos posibles para que se reduzca la tensión inducida en la pantalla y, por tanto, la corriente de circulación.

Como principales ventajas de este sistema de puesta a tierra de pantallas destacan:

- En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación capacitiva del cable.
- En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo, caso de este proyecto.

## 8.7 Ensayos

Los cables de potencia y accesorios utilizados deberán cumplir todos los ensayos de rutina, ensayos tipo y ensayos de precalificación indicados en la norma:

- UNE-HD 620-5E: Cables eléctricos de distribución con aislamiento seco, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42)kV. Parte 5.- Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 Y 5E-5).
- UNE-HD 620-10E: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, empalmes, terminales, etc...) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada:

- Ensayo de verificación del orden de fases.  
El objeto de este ensayo es realizar la comprobación y el timbrado de las fases para asegurar que no ha habido ningún cruzamiento de las mismas durante el tendido o durante la confección de los accesorios.
- Ensayo de medida de la resistencia del conductor  
El objeto de este ensayo es verificar la continuidad del cable y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.
- Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla  
El objeto de este ensayo es verificar la continuidad de la pantalla y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.
- Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable.  
El objeto de este ensayo es comprobar que la cubierta exterior del cable no ha sido dañada accidentalmente durante el transporte, almacenamiento, manipulación o tendida del cable.  
Este ensayo se realizará mediante un generador portátil, aplicando una tensión continua de 10 kV entre la pantalla metálica y tierra durante un minuto.
- Ensayo de descargas parciales  
La generación de la tensión de ensayo para la medida de las descargas parciales se realizará mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna. La onda de tensión será prácticamente sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.  
La tensión de ensayo se elevará escalonadamente hasta la tensión de pre-stress que se mantendrá durante 10 segundos. Luego se reducirá lentamente el nivel de tensión hasta la tensión de ensayo a la que se realizarán la medida de las descargas parciales.

La duración del ensayo será la mínima necesaria para cada medida, teniendo en cuenta que será necesario repetir el proceso tantas veces como accesorios disponga la línea (siempre que no sea posible la medida simultánea utilizando fibra óptica, conexión por radio o Internet, etc.).

- Ensayo de tensión sobre el aislamiento.

La finalidad de este ensayo es asegurar que no se ha dañado el aislamiento del cable durante los trabajos previos, de manera que se pueda poner en servicio el cable con las suficientes garantías.

El método operativo será aplicar una tensión alterna a frecuencia industrial (50 Hz) entre conductor y la pantalla de durante un tiempo determinado.

- Ensayo de medida de la capacidad

Para cada una de las fases se deberá medir la capacidad entre el conductor y la pantalla metálica y la  $\tan(\delta)$ .

- Ensayo de medida de impedancias

El objeto de este ensayo es realizar una serie de medidas de impedancias que permita obtener la impedancia en secuencia directa y la impedancia homopolar de la instalación.

- Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra.

Una vez realizados todos los ensayos se verificará que las conexiones del sistema de puesta a tierra de la instalación (cajas de puesta a tierra, puesta a tierra de terminales y empalmes, puesta a tierra de las pantallas, conexión de autoválvulas, etc...) se corresponde con la proyectada para la instalación.

## 9 PLANOS

---

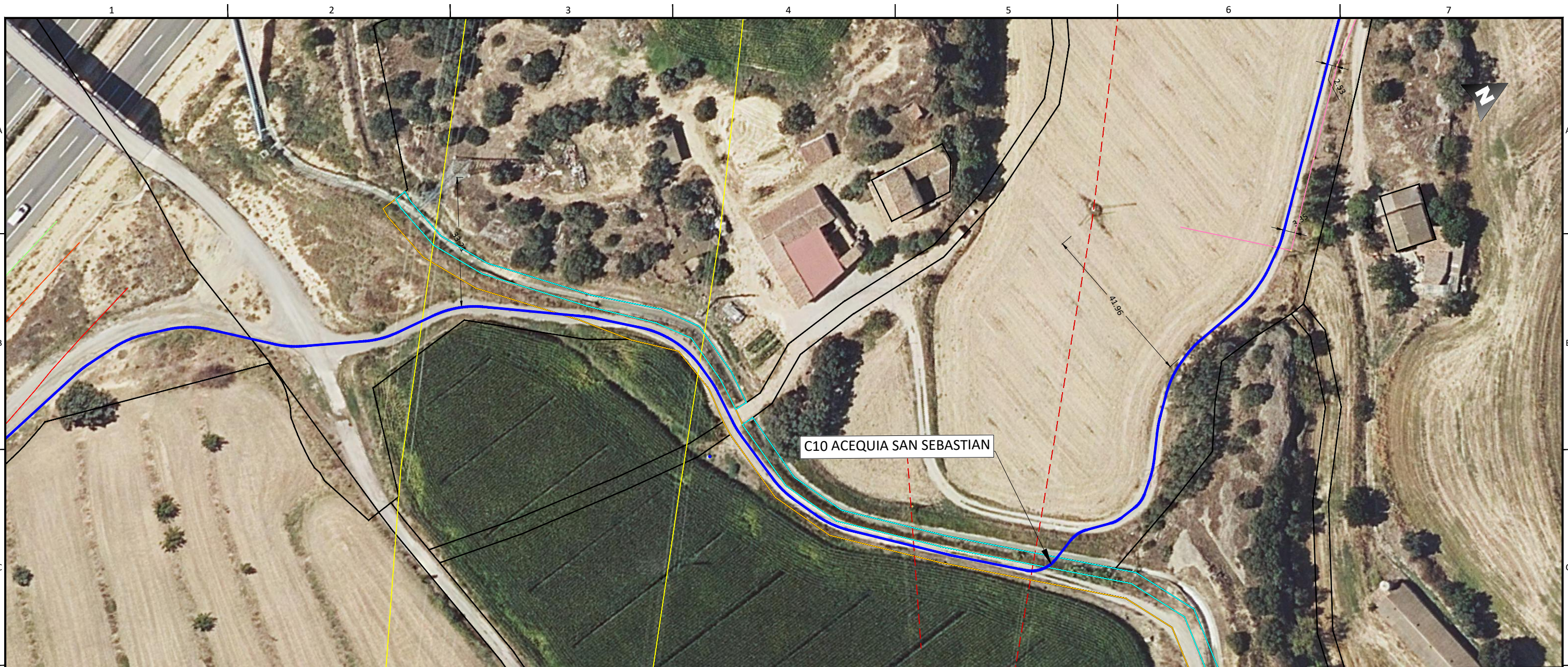
- Planta General
- Planta y perfil longitudinal

Madrid, abril de 2022.



Enrique Romero Sendino  
Ingeniero Industrial  
Colegiado en Burgos nº 1.329

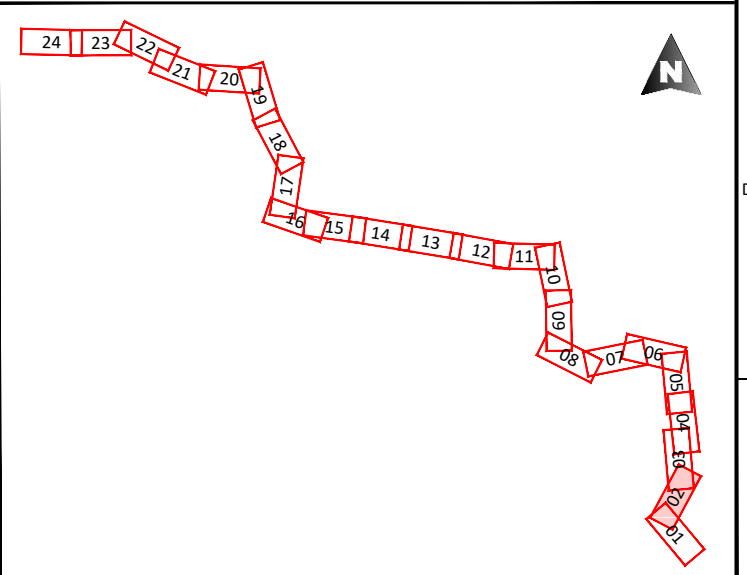




LEYENDA

DISTRIBUCIÓN HOJAS:

	Tramo Directamente Enterrado.		Caminos.		LATs
	Tramo Tubo Hormigonado.		Cañada Real.		Líneas Aéreas AT
	Tramo Tubo Hormigonado Barranco.		Cuneta.		Líneas Aéreas MT
	Tramo Perforación Dirigida		Zona Dominio público carretera.		Línea Telecomunicaciones.
	Límite de parcela.		Zona de servidumbre carretera.		Línea BT.
	Límite término municipal.		Zona Dominio público autovía.		Zona Dominio Público Hidrológico.
	Vallados.		Zona de servidumbre autovía.		Zona Servidumbre Hidrológica.
			Gasoducto.		Zona Hidrológica de Policía.
			Tomas de riego.		Tubería de riego.
					Tubería líneas terciarias.
					Desgüe.



Enrique Romero Sendino  
 Ingeniero Industrial  
 Colegiado en Burgos nº 1329

NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
06			
05	16.11.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
04	29.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
03	01.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
02	09.09.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
01	10.08.21	INICIO PROYECTO	E.R.S.

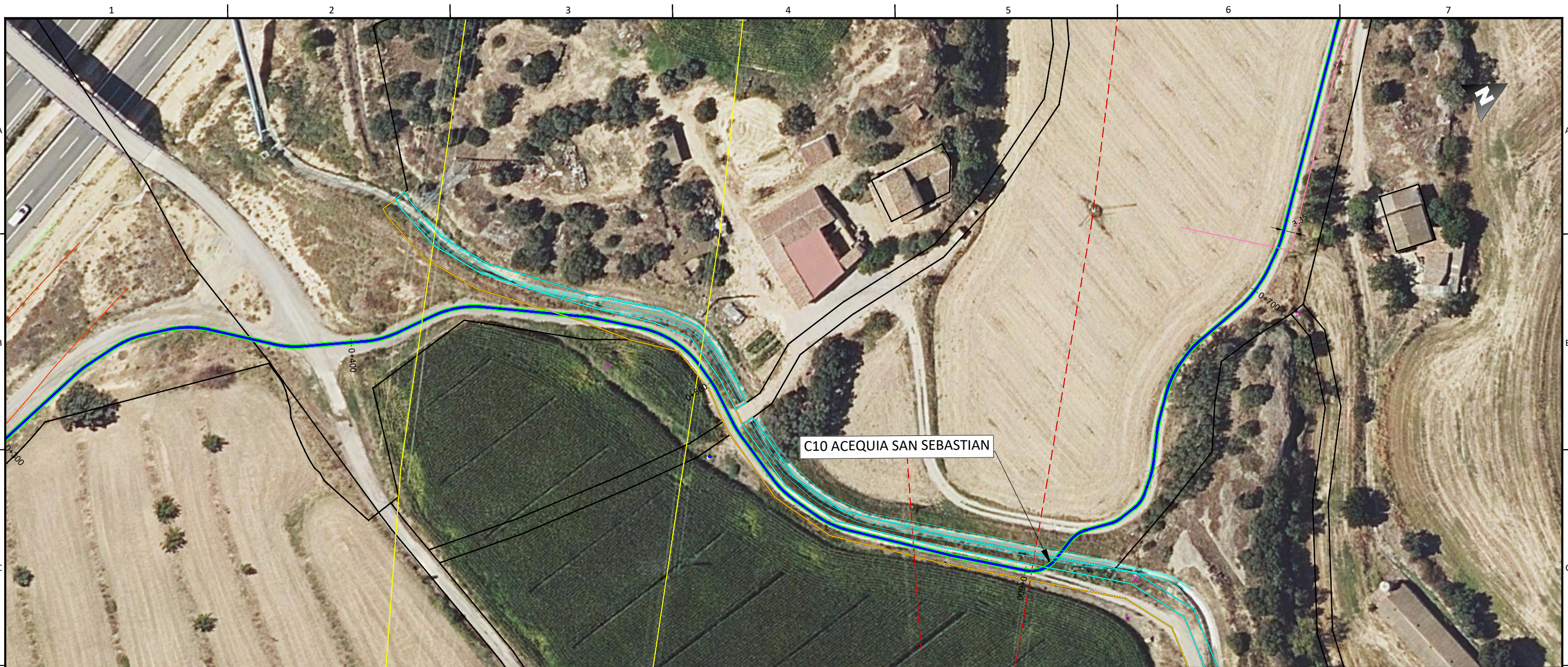
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
06			
05	16.11.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
04	29.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
03	01.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
02	09.09.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
01	10.08.21	INICIO PROYECTO	E.R.S.

EMITIDO PARA:

<input type="checkbox"/>	Solo información
<input type="checkbox"/>	Aprobar
<input type="checkbox"/>	Presupuestar
<input type="checkbox"/>	Construcción
<input type="checkbox"/>	AS Built

TÍTULO DE PROYECTO: LÍNEA SUBTERRÁNEA 25 KV PLANTA FOTOVOLTAICA BERLÍN I			
TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL		REF. PLANO: SOIL2039402ALPCPP01	
ESCALA: 1:1.000	Nº HOJA: 02 de 24	PROYECTADO	A.G.S.
	REV: 05	DIBUJADO	E.R.S.
		APROBADO	E.R.S.
			10.08.2021
			10.08.2021
			10.08.2021



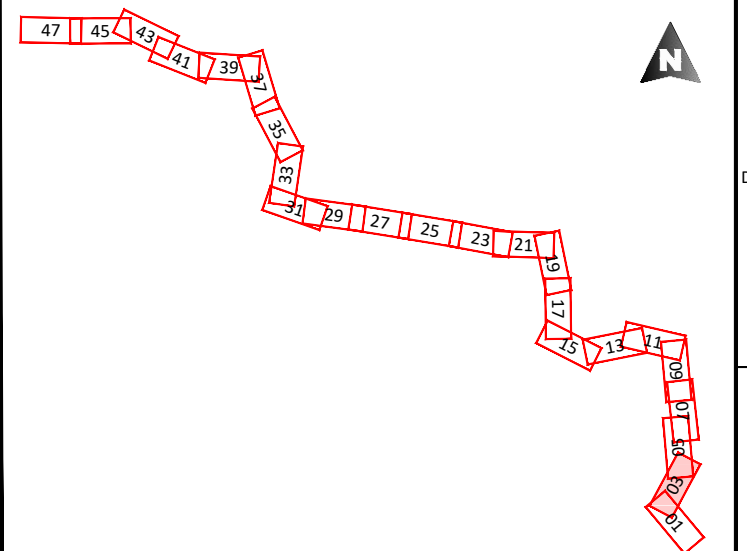


C10 ACEQUIA SAN SEBASTIAN

LEYENDA

DISTRIBUCIÓN HOJAS:

- Tramo Directamente Enterrado.
- Tramo Tubo Hormigonado.
- Tramo Tubo Hormigonado Barranco.
- Tramo Perforación Dirigida
- Ocupación Permanente
- Límite de parcela.
- Límite término municipal.
- Vallados.
- Caminos.
- Cañada Real.
- Cuneta.
- Zona Dominio público carretera.
- Zona de servidumbre carretera.
- Zona Dominio público autovía.
- Zona de servidumbre autovía.
- Gasoducto.
- Tomas de riego.
- LATs
- Líneas Aéreas AT
- Líneas Aéreas MT
- Línea Telecomunicaciones.
- Línea BT.
- Zona Dominio Público Hidrológico.
- Zona Servidumbre Hidrológica.
- Zona Hidrológica de Policía.
- Tubería de riego.
- Tubería líneas terciarias.
- Desgüe.



  
**Enrique Romero Sendino**  
 Ingeniero Industrial  
 Colegiado en Burgos nº 1329

NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
06			
05	16.11.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
04	29.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
03	01.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
02	09.09.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
01	10.08.21	INICIO PROYECTO	E.R.S.

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
06			
05	16.11.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
04	29.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
03	01.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
02	09.09.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
01	10.08.21	INICIO PROYECTO	E.R.S.

EMITIDO PARA:

- Solo información
- Aprobar
- Presupuestar
- Construcción
- AS Built



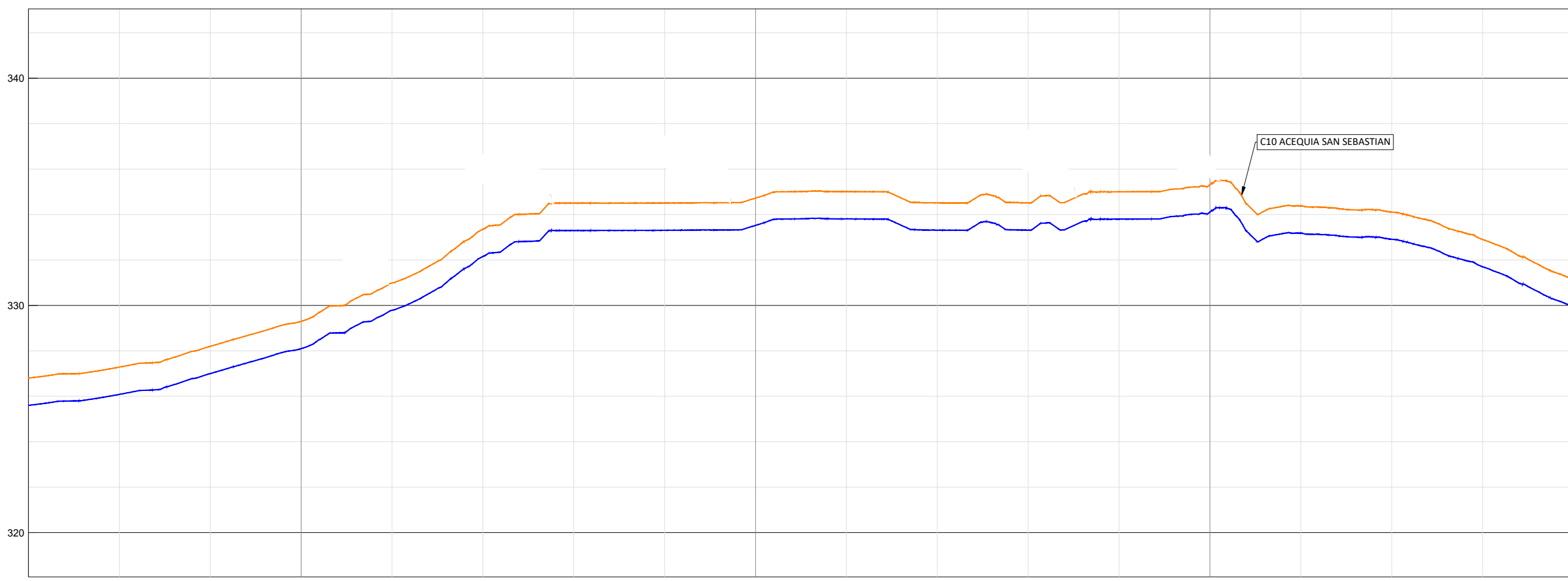
TÍTULO DE PROYECTO:		LÍNEA SUBTERRÁNEA 25 KV PLANTA FOTOVOLTAICA BERLÍN I			
TÍTULO DEL PLANO:		PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL		REF. PLANO: SOIL2039402ALPCPP11	
ESCALA:	Nº HOJA:	PROYECTADO	A.G.S.		
H= 1:1.000	03 de 48	DIBUJADO	E.R.S.	10.08.2021	
V= 1:200	REV: 05	APROBADO	E.R.S.	10.08.2021	



A

B

C



P.K.	0+340	0+400	0+500	0+600	0+680													
TERRENO	326.80	327.28	328.20	329.30	330.99	333.35	334.50	334.51	334.72	335.01	334.51	334.51	335.00	335.31	334.38	334.11	332.90	331.13
RASANTE	325.60	326.06	327.00	328.10	329.79	332.15	333.30	333.31	333.52	333.81	333.31	333.31	333.80	334.11	333.16	332.91	331.70	329.93
ROJA	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

Enrique Romero Sendino  
Ingeniero Industrial  
Colegiado en Burgos nº 1329

NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
06			
05	16.11.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
04	29.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
03	01.10.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
02	09.09.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.
01	10.08.21	INICIO PROYECTO	E.R.S.

EMITIDO PARA:

- Solo información
- Aprobar
- Presupuestar
- Construcción
- AS Built



TÍTULO DE PROYECTO:		LÍNEA SUBTERRÁNEA 25 KV PLANTA FOTOVOLTAICA BERLÍN I			
TÍTULO DEL PLANO:		PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL		REF. PLANO: SOIL2039402ALPCPP11	
ESCALA:	H= 1:1.000 V= 1:200	Nº HOJA:	04 de 48	PROYECTADO	A.G.S.
REV:	05	DIBUJADO	E.R.S.		10.08.2021
		APROBADO	E.R.S.		10.08.2021