

# red eléctrica

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

Provincia afectada  
Barcelona

Barcelona, febrero de 2026

# red eléctrica

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SIMPLE CIRCUITO

E/S EN SE VERNEDA 220 kV DE LA LÍNEA A 220 kV S/C

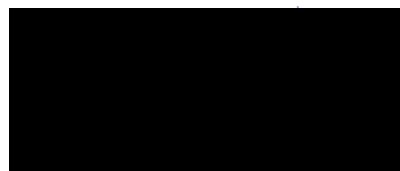
BADALONA-SAGRERA

### ÍNDICE

	<u>Nº Páginas</u>
DOCUMENTO 1 ..... MEMORIA.....	55
DOCUMENTO 2 ..... CÁLCULOS .....	25
DOCUMENTO 3..... PLANOS .....	28
DOCUMENTO 4..... PRESUPUESTO .....	8
DOCUMENTO 5..... ESTUDIO DE SEGURIDAD .....	34
DOCUMENTO 6..... RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS.....	9
DOCUMENTO 7..... PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ....	8
DOCUMENTO 8..... GESTIÓN DE RESIDUOS .....	14

Barcelona, febrero de 2026

Firmado por el ingeniero:



Colegiado del COIIM 

# red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

DOCUMENTO 1  
MEMORIA

# DOCUMENTO Nº 1

## MEMORIA

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>TITULAR DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LÍNEAS .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA BADALONA –VERNEDA.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA LA SAGRERA – VERNEDA....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>SECUENCIA Y FASES DE TENDIDO DEL CABLE.....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO .....</b>	<b>13</b>
<b>7.1</b>	<b>CABLE DE POTENCIA.....</b>	<b>13</b>
<b>7.2</b>	<b>EMPALMES.....</b>	<b>17</b>
7.2.1	Empalmes continuos .....	17
7.2.2	Empalmes seccionados.....	18
<b>7.3</b>	<b>TERMINALES .....</b>	<b>20</b>
7.3.1	Terminales tipo GIS .....	20
<b>7.4</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....</b>	<b>25</b>
7.4.1	Conexión de pantallas a tierra .....	25
7.4.2	Cajas de puesta a tierra .....	26
<b>7.5</b>	<b>OBRA CIVIL .....</b>	<b>26</b>
7.5.1	Instalación tubular hormigonada .....	26
7.5.2	Galerías .....	30
7.5.3	Cámaras de empalme .....	31
7.5.4	Arquetas de telecomunicaciones.....	33
7.5.5	Mandrilado.....	35

7.6	TENDIDO.....	37
7.7	COMUNICACIONES .....	45
7.8	MONITORIZACIÓN .....	45
7.9	ENSAYOS.....	46
8	CRUZAMIENTOS.....	47
8.1	NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS .....	47
8.2	RELACIÓN CORRELATIVA DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS .....	49
9	RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERÍAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA .....	54
10	RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS .....	55

## 1 ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

RED ELÉCTRICA es propietaria de la línea subterránea de transporte de energía eléctrica, Badalona – La Sagrera de 220 kV, con una longitud de 5,217 kilómetros, que conecta la subestación de BADALONA, situada en el término municipal de Sant Adrià de Besòs (provincia de Barcelona), con la subestación de LA SAGRERA situada en el término municipal de Barcelona (provincia de Barcelona).

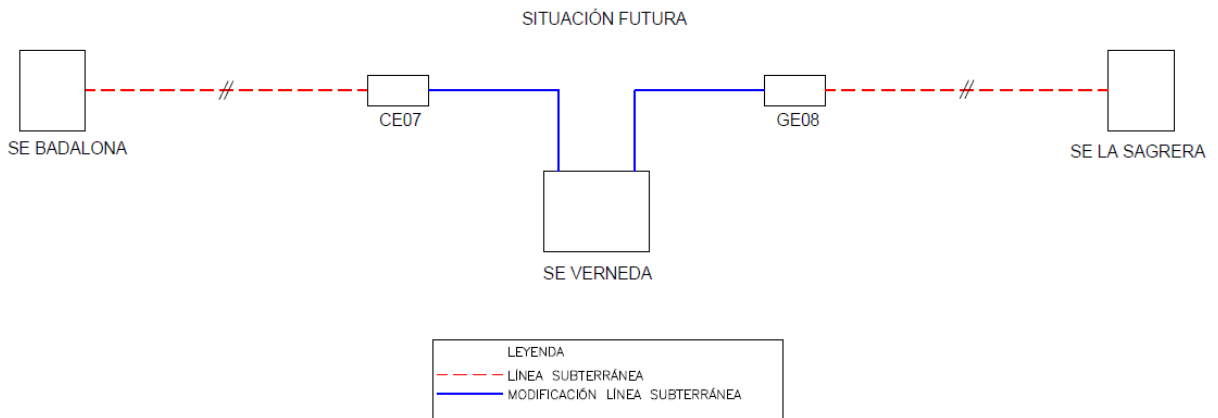
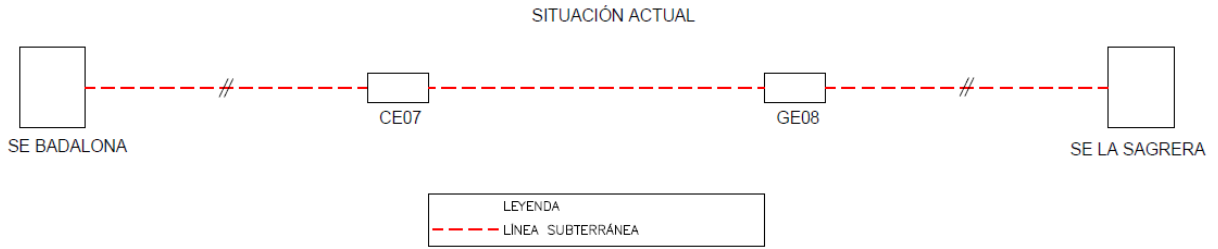
RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado la construcción de una línea subterránea de transporte de energía eléctrica a 220 kV de entrada y salida en la subestación eléctrica de Verneda 220 kV desde la mencionada línea Badalona-Sagrera. Quedando la línea original dividida en dos nuevas líneas, Badalona – Verneda y La Sagrera – Verneda. Ambas líneas formarán parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

La instalación viene motivada por las nuevas demandas que han surgido en la zona metropolitana de Barcelona asociadas a la transición energética, para alimentar la futura subestación de Sagrera de ADIF y al apoyo a la red de distribución que, por su nivel de demanda, requieren abastecerse directamente desde la red de transporte eléctrica.

La citada actuación se encuentra recogida en la Resolución de 22 de abril de 2024, de la Secretaría de Estado de Energía (B.O.E. 24 de abril de 2024), por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de fecha 16 de abril de 2024, por el que se modifican aspectos puntuales del Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica 2121-2026, aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros de fecha 22 de marzo de 2022.

La citada Planificación eléctrica es vinculante para RED ELÉCTRICA como sujeto que actúa en el sistema eléctrico y en su elaboración las Comunidades Autónomas han participado en las propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, en cumplimiento de lo dispuesto en la referida Ley 24/2013 de 26 de diciembre y en el 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.



## **2 OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA**

A los efectos previstos en la citada Ley 24/2013, en el 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, constituye el objeto de este Proyecto de Ejecución, a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de las correspondientes Resoluciones relativas a:

- Autorización administrativa previa.
- Declaración, en concreto, de Utilidad Pública con los efectos del artículo 56 y siguientes de la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.
- Autorización administrativa de construcción.

En el orden técnico, su objeto es el informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo preceptuado en el 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 y al Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto.

### **3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN**

El domicilio Social del Titular es:

**RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.**

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177

28.109 – Alcobendas (Madrid)

Y a efectos de notificación en:

**RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.**

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177

28.109 – Alcobendas (Madrid)

## 4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LÍNEAS

### 4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA BADALONA –VERNEDA

La línea Badalona-Verneda del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema ..... Corriente alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión nominal de la red: U ( $U_m$ ) ..... 220 (245) kV
- Origen de la línea de alta tensión ..... CE 7
- Final de la línea de alta tensión ..... S.E. VERNEDA
- Nº de circuitos ..... 1
- Factor de carga ..... 100 %
- Capacidad de transporte por circuito ..... 478,465 MVA
- Nº de cables por fase ..... 1
- Tipo de cable ..... RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al
- Cortocircuito en la pantalla
  - Intensidad de cc a soportar ..... 50 kA
  - Duración del cortocircuito ..... 0,5 s
  - Temperatura inicial / final en la pantalla ..... 80 / 250 °C
- Disposición de los cables ..... Tresbolillo
- Tipo de canalización ..... Zanja tubular hormigonada/Galería
- Profundidad ..... Máx. profundidad 5,63 m / Variable
- Conexión de pantallas ..... Single Point
- Origen línea subterránea ..... Empalme seccionado en CE07
- Nº unidades empalmes origen ..... 3
- Final línea subterránea ..... Terminal GIS
- Nº unidades terminales final ..... 3
- Longitud de la línea subterránea (longitud cable) ..... 0,208 km (0,228 km)
- Provincias afectadas:
  - Barcelona ..... 0,208 km

## 4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA LA SAGRERA – VERNEDA

La línea La Sagrera-Verneda del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema..... Corriente alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión nominal de la red: U ( $U_m$ ) ..... 220 (245) kV
- Origen de la línea de alta tensión .....GE 8 – Galería La Sagrera
- Final de la línea de alta tensión ..... S.E. VERNEDA
- Nº de circuitos..... 1
- Factor de carga..... 100 %
- Capacidad de transporte por circuito .....422,15 MVA
- Nº de cables por fase..... 1
- Tipo de cable ..... RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al
- Cortocircuito en la pantalla
  - Intensidad de cc a soportar ..... 50 kA
  - Duración del cortocircuito..... 0,5 s
  - Temperatura inicial / final en la pantalla ..... 80 / 250 °C
- Disposición de los cables..... Tresbolillo
- Tipo de canalización ..... Tubular hormigonada/Galería
- Profundidad .....Máx. profundidad 14,83 m / Variable
- Conexión de pantallas ..... Single Point
- Origen línea subterránea .....Empalme continuo GE8 en galería La Sagrera
- Nº unidades empalmes origen..... 3
- Final línea subterránea ..... Terminales GIS
- Nº unidades terminales final ..... 3
- Longitud de la línea subterránea (longitud de cable)..... 0,312 km (0,332 km)
- Provincias afectadas:
  - Barcelona ..... 0,312 km

## 5 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

### Tramo CE07 – SE VERNEDA

La modificación parte desde la CE07 de la línea original de Badalona – La Sagrera. Los nuevos empalmes se situarán en el lado izquierdo de la cámara.

A la salida de la cámara CE07 la línea continua en zanja doble circuito por los tubos del lado izquierdo de la canalización en el sentido de la línea CE07-SE Verneda durante 19 m, hasta entrar en la galería existente propiedad del Ayuntamiento de Barcelona y administrada por ADCOGASE. Continúa por la pared derecha durante 156 m, situándose dentro de la galería y discurrendo por los mismos soportes de la actual línea Badalona-La Sagrera. Finalizado este tramo, la línea saldrá de la galería y pasa a discurrir en zanja de simple circuito durante 19 m hasta llegar a la SE VERNEDA donde la nueva línea Badalona – Verneda terminará en terminales GIS.

### Tramo SE VERNEDA – GE08

En el segundo tramo de la modificación corresponde a la nueva línea Verneda – La Sagrera que parte desde terminales GIS de la SE Verneda para a continuación salir de la subestación a través de zanja de simple circuito, durante 18 m hasta llegar a la galería existente propiedad del Ayuntamiento de Barcelona y administrada por ADCOGASE. Una vez en la galería la línea continua por la pared derecha durante 40 m hasta el final de la galería, discurrendo por los mismos soportes de la actual línea Badalona-La Sagrera. Muy próximo al final de esta galería, la línea saldrá y pasará a discurrir por la zanja de la línea original que previamente habrá sido retranqueada durante 214 m. Esta zanja es de simple circuito. Discurre realizando primero un giro en dirección noreste para no afectar al futuro depósito anti-tormentas a construir en la parte final de la Rambla de Prim. Realizado el giro, la zanja se dirige al norte por el espacio disponible entre el futuro depósito y el límite de la Rambla de Prim hasta llegar a la galería existente que cruza las vías de Adif y llega a la subestación de La Sagrera, la cual primero sobrepasará por encima para posteriormente introducirse en ella por el lado derecho. La línea entrará en ella y discurrirá 28 m por la pared derecha donde se realizarán un nuevo grupo de empalmes continuos GE08 entre la nueva línea y la línea existente que llega a la posición GIS de la subestación de La Sagrera. En este punto finalizara la nueva línea objeto del presente proyecto.

## 6 SECUENCIA Y FASES DE TENDIDO DEL CABLE

Dada la importancia de la línea de alta tensión Badalona – La Sagrera para el suministro energético de la ciudad de Barcelona, se pretende reducir lo máximo posible el tiempo de descargo de la línea para realizar la entrada y salida a la nueva estación de Verneda. Para ello se ha decidido proceder en el tendido de los cables de la manera que se indica en este apartado:

La cámara de empalmes CE07 es doble y se encuentra unida a la galería existente propiedad del Ayuntamiento de Barcelona y administrada por ADCOGASE mediante una zanja de doble circuito existente en los dos sentidos de la línea. Estos dos tramos de zanja y la cámara de empalmes están ocupadas en su lado derecho por la línea original. Tras ello, la línea original discurre por la galería por su lado derecho siendo fijado a las paredes de la misma mediante soportes y bridas por donde discurre durante unos 215 m hasta salir de la misma para discurrir en zanja simple circuito hasta entrar a la galería de La Sagrera, donde tras unos 27 metros llega al GE08. Este estado inicial se representa en la Fase 1 del plano J-0Z48-L2693V001.



Antes de realizar el descargo de la línea, se tiende el nuevo cable que unirá la CE07 con la nueva subestación de Verneda y se confeccionan los terminales GIS de la línea Badalona - Verneda. Haciendo pasar el cable por el tramo de zanja de simple circuito entre la posición 1 de la subestación y la galería, y por el lado izquierdo de la zanja de doble circuito entre la galería y la CE07, quedando provisionalmente tendido en el suelo en el interior de la galería. Fase 2 del plano J-0Z48-L2693V001.



Tras ello se realiza el descargo de la línea, soltando los empalmes de la CE07 y del GE08.

Para a continuación liberarlo de las bridas y amarres que lo fijan y retirarlo del lado derecho de la zanja de doble circuito que va de la CE07 a la galería y retranquearlo en las galerías de la Sagrera hasta que el otro extremo del cable se posicione dentro de la galería de ADCOGASE enfrente de la zanja de simple circuito libre que une la galería con la posición 2 de la subestación de Verneda.

Al mismo tiempo, se reconducen por el lado izquierdo de la canalización de doble circuito existente entre la galería y la CE07 del tramo de la línea original CE06-CE07 los últimos 19 m de cable de la línea original. Fase 3 del plano J-0Z48-L2693V001.



Finalmente, el nuevo cable entre la CE07 y la SE Verneda se fija a la galería con los soportes y bridas que sujetaban la línea original, y se realizan los nuevos empalmes en el lado izquierdo de la cámara de doble circuito existente CE07.

Al mismo tiempo, el cable original retranqueado, se introduce en la zanja de simple circuito hasta la posición 2 de la subestación Verneda, se fija de nuevo a los soportes y bridas de la galería. Tras ello, se confecciona los terminales GIS de la línea La Sagrera – Verneda., mientras que en el otro extremo, en la galería de la Sagrera, se corta el cable original a la altura del GE08 y se ejecutan los nuevos empalmes. Y se tenderán los dobles cables equipotenciales en ambos tramos.

Quedando la línea en el estado final que se representa en la Fase 4 del plano J-0Z48-L2693V001.



## 7 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

### 7.1 CABLE DE POTENCIA

**RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al:** Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de cobre con tratamiento especial (oxidado o parcialmente esmaltado), cuerda tipo Milliken 1x2000 mm<sup>2</sup> de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial y pantalla constituida por tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm<sup>2</sup> de sección y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

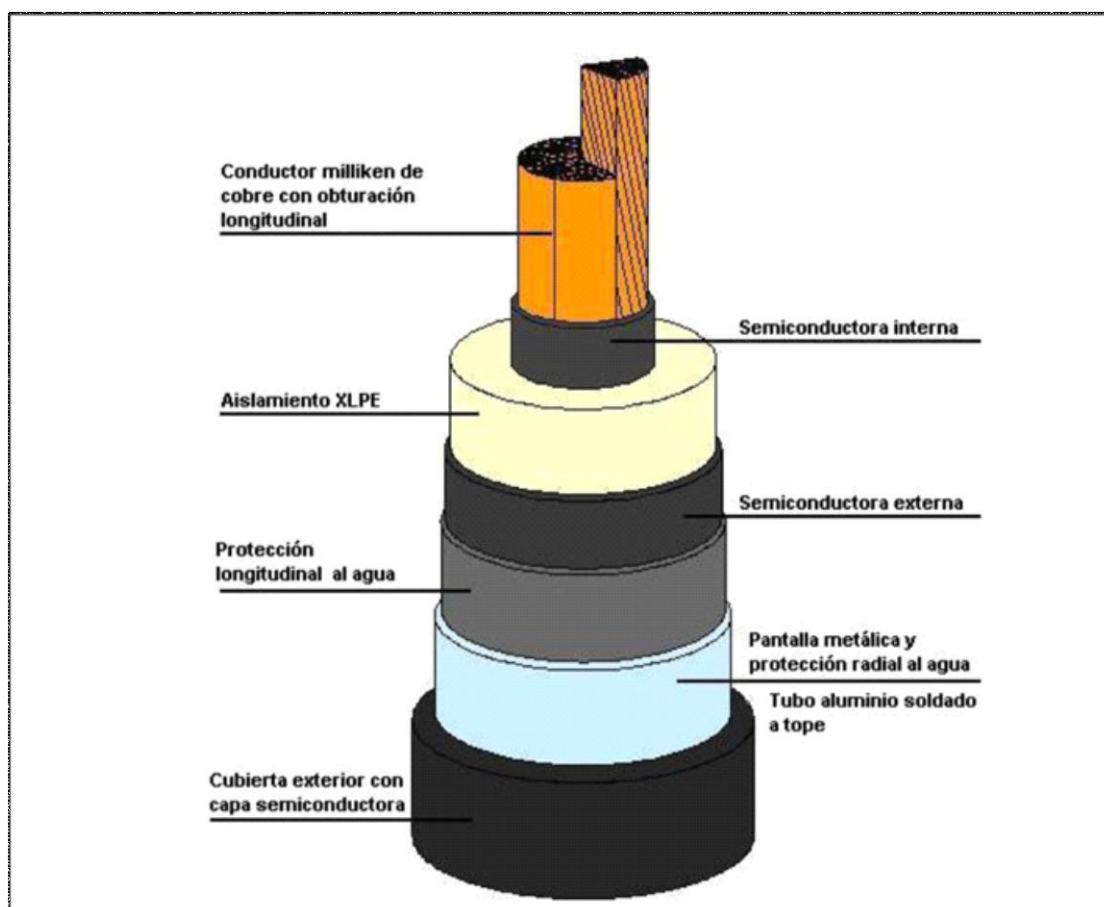
#### Características eléctricas

Corriente .....	Alterna trifásica
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión asignada.....	220 kV
Tensión más elevada del material .....	245 kV
Categoría de la red .....	A (Según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo .....	1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min) .....	318 kV
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en conductor .....	≥50 kA
• Duración del cortocircuito .....	0,5 s
• Temperatura inicial .....	90 °C
• Temperatura final .....	250 °C
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en pantalla .....	≥50 kA
• Duración del cortocircuito .....	0,5 s
• Temperatura inicial .....	80 °C
• Temperatura final.....	250 °C
Resistencia en continua a 20 °C del conductor .....	≤ 9 uΩ/m
Gradiente eléctrica semiconductora interna .....	≤ 9 kV/mm
Gradiente eléctrico semiconductora externa .....	≤ 5 kV/mm
Capacidad nominal .....	≤ 0,27 uF/km

## Composición

La composición general de los cables aislados con pantalla constituida por tubo de aluminio para tensión nominal de 220 kV es la que se muestra a continuación:

- Conductor: sección circular de cobre de cuerda segmentada tipo Milliken con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material semiconductor.
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) super clean.
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor.
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable de estanqueidad colocada antes de la pantalla.
- Pantalla y protección radial al agua: Tubo de aluminio soldado a tope y adherido a la cubierta.
- Cubierta de poliolefina (Z1) de color gris con capa exterior semiconductora de color negro extrusionada conjuntamente con la cubierta. Características mecánicas DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS) para instalación en galería, sótano GIS y enlaces transformadores.



## Características constructivas

### CONDUCTOR

- Material..... hilos de cobre oxidados o parcialmente esmaltados
- Sección..... 2000 mm<sup>2</sup>
- Tipo: Cuerda segmentada Milliken 5 ó 6 segmentos clase 2 con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo. No se permite la obturación mediante polvos
- Diámetro nominal aprox..... 56,6 mm

### SEMICONDUCTORA INTERNA

- Material..... capa extruida de material semiconductor
- Espesor nominal.....  $E_{nom} \geq 2$  mm
- Espesor medio.....  $E_{med} \geq E_{nom}$

### AISLAMIENTO

- Material..... polietileno reticulado (XLPE) super clean
- Espesor nominal.....  $E_{nom} \geq 21$  mm
- Espesor medio.....  $E_{med} \geq E_{nom}$
- Espesor mínimo absoluto en cualquier punto.....  $\geq 0,9 \times E_{nom}$
- Excentricidad.....  $\frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max}} \leq 0,10$
- Tg  $\delta$ .....  $\leq 0,0008$
- Temperatura máxima admisible en régimen permanente..... 90 °C
- Temperatura máxima admisible en cortocircuito..... 250 °C

### SEMICONDUCTORA EXTERNA

- Material..... capa extruida de material semiconductor
- Espesor nominal.....  $E_{nom} \geq 1,5$  mm
- Espesor medio.....  $E_{med} \geq E_{nom}$

El método de fabricación será por triple extrusión simultánea mediante cabezal triple y reticulación en seco de:

- Semiconductora interna.
- Aislamiento.
- Semiconductora externa.

## PROTECCIÓN LONGITUDINAL AL AGUA

La pantalla metálica se obturará para evitar la propagación longitudinal del agua. Esta obturación se realizará debajo de la pantalla metálica y su diseño deberá cumplir el ensayo de penetración de agua según norma UNE 211067 y sus materiales deberán ser compatibles con el resto de los materiales que esté en contacto.

## PANTALLA Y PROTECCIÓN RADIAL AL AGUA

- Material..... Tubo de aluminio soldado a tope
- Sección mínima ..... 375 mm<sup>2</sup>

## CUBIERTA EXTERIOR

- Material: Cubierta de poliolefina (Z1) de color gris con capa exterior semiconductora de color negro extrusionada conjuntamente con la cubierta.
- Color cubierta..... gris
- Color capa exterior semiconductora..... negro
- Espesor nominal.....  $\geq 4,5$  mm
- Espesor medio.....  $E_{med} \geq E_{nom}$
- Espesor mínimo absoluto en cualquier punto.....  $\geq 0,85 \times E_{nom} - 0,1$  mm
- Características mecánicas..... DMZ2
- Propiedades ante la reacción al fuego..... Clase mínima B2ca-s1b,d2,a1

## CARACTERÍSTICAS CABLE TERMINADO

- Diámetro exterior nominal aprox..... 122,0 mm
- Peso aprox..... 27,9 kg/m

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- Radio curvatura mínimo:
  - Durante el tendido
    - Directamente enterrado o al aire..... 3,7 m
    - En banco de tubos..... 12,5 m
  - En instalación definitiva..... 2,5 m
- Esfuerzo máximo de tiro..... 10.000 kg

## 7.2 EMPALMES

### 7.2.1 Empalmes continuos

Las características técnicas de los empalmes continuos de tensión asignada 220 kV serán conforme a la especificación técnica ET144 de RED ELÉCTRICA, debiendo ser compatibles con los cables y condiciones de operación de la instalación.

Los empalmes serán prefabricados y probados en fábrica debiendo estar diseñados para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para la instalación, proporcionando al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen.

Los empalmes incluirán todas las piezas y pequeño material necesario para su confección, (masillas, cintas, etc.).

#### Características eléctricas

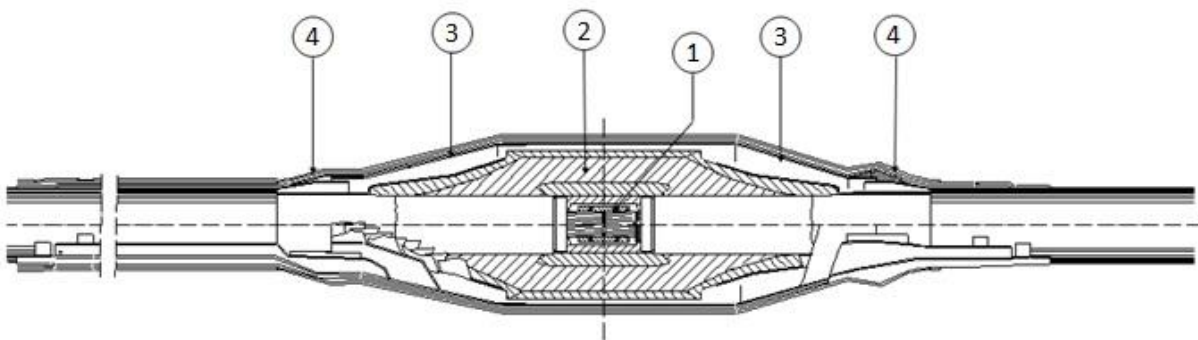
Corriente .....	Alterna trifásica
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Tensión asignada .....	220 kV
Tensión más elevada para el material.....	245 kV
Categoría de la red .....	A (según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo .....	1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min.) .....	318 kV
Intensidad mínima admisible en cortocircuito: .....	≥ 50 kA
Duración del cortocircuito: .....	0,5 s
Temperatura inicial: .....	90 °C
Temperatura final: .....	250 °C
Tensión soportada pantalla-protección exterior	
Tensión alterna.....	20 kV durante 15 minutos
Tensión continua .....	25 kV durante 1 minuto
Tensión soportada a impulso tipo rayo (10 de cada polaridad)....	47,5 kV

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada por el empalme deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación.

## Composición

La composición general de los empalmes continuos (sin separación de pantallas) para los cables aislados de 127/220kV será la siguiente:

1. Conexión de los conductores y electrodo de unión.
2. Cuerpo prefabricado de aislamiento del empalme.
3. Envolvente metálica del empalme.
4. Protección exterior del empalme.



### 7.2.2 Empalmes seccionados

Las características técnicas de los empalmes seccionados de tensión asignada 220 kV serán conforme a la especificación técnica ET144 de RED ELÉCTRICA, debiendo ser compatibles con los cables y condiciones de operación de la instalación.

Los empalmes serán prefabricados y probados en fábrica debiendo estar diseñados para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para la instalación, proporcionando al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen.

Los empalmes incluirán todas las piezas y pequeño material necesario para su confección (masillas, cintas, etc.) y conexionado de pantallas (cable concéntrico para conectar el empalme con la caja de conexión de pantallas, etc.).

## Características eléctricas

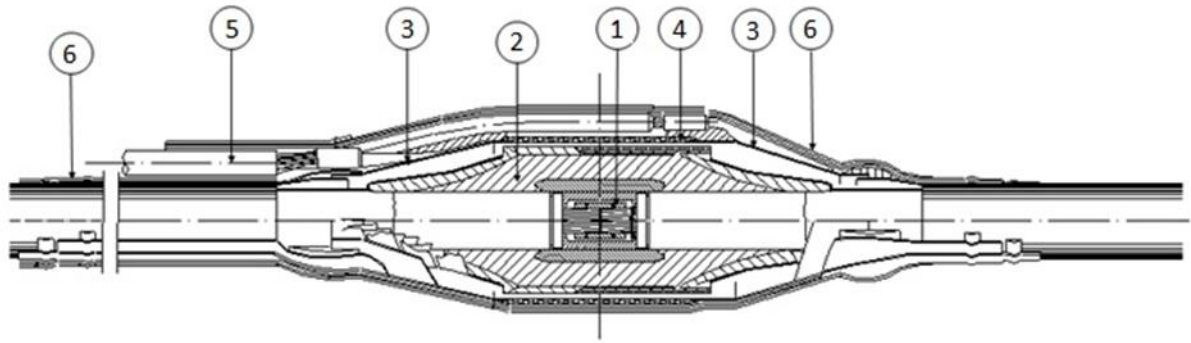
Corriente .....	Alterna trifásica
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Tensión asignada .....	220 kV
Tensión más elevada para el material.....	245 kV
Categoría de la red .....	A (según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo .....	1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min.) .....	318 kV
Intensidad mínima admisible en cortocircuito:.....	≥ 50 kA
Duración del cortocircuito: .....	0,5 s
Temperatura inicial: .....	90 °C
Temperatura final:.....	250 °C
Tensión soportada pantalla-protección exterior	
Tensión alterna.....	20 kV durante 15 minutos
Tensión continua .....	25 kV durante 1 minuto
Tensión soportada a impulso tipo rayo (10 de cada polaridad) ....	47,5 kV
Tensión soportada en el seccionamiento de la pantalla	
Tensión alterna.....	25 kV durante 15 minutos
Tensión continua .....	25 kV durante 1 minuto
Tensión soportada a impulso tipo rayo (10 de cada polaridad) .....	95 kV

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada por el empalme deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación.

## Composición

La composición general de los empalmes seccionados (con separación de pantallas) para los cables aislados de 127/220kV será la siguiente:

1. Conexión de los conductores y electrodo de unión.
2. Cuerpo prefabricado de aislamiento del empalme.
3. Envoltente metálica del empalme.
4. Seccionamiento de las pantallas.
5. Cable concéntrico para unión de las pantallas metálicas del cable con la caja de conexión de pantallas.
6. Protección exterior del empalme.



## Pruebas y ensayos

Los empalmes deberán cumplir con los ensayos requeridos por la especificación técnica ET144 de RED ELÉCTRICA.

## 7.3 TERMINALES

### 7.3.1 Terminales tipo GIS

Los terminales tipo GIS de tensión asignada 220 kV serán terminales del tipo seco conforme a la especificación técnica ET183 de RED ELÉCTRICA.

Este tipo de terminal tiene un componente de control de campo eléctrico en contacto con la barrera aislante (aislador) que sirve de separación entre el gas de la celda GIS y el aislamiento del cable. El terminal del cable no requiere ningún fluido aislante en su interior.

Los terminales tipo GIS deberán cumplir con la norma IEC 62271-209 con objeto de poder establecer una intercambiabilidad entre el terminal del cable y la celda GIS a la que se conecte, así como fijar los límites del suministro entre el fabricante del terminal del cable y el fabricante de la celda GIS.

El diseño del terminal GIS deberá permitir ser suministrado en dos partes o fases:

1. La parte "hembra" o aislador del terminal que deberá ser instalado por el fabricante del cable conjuntamente con un kit de ensayo o tapa que permita realizar los ensayos de la celda GIS sin estar el cable instalado. Este kit o tapa será propiedad del fabricante y, por tanto, lo recuperará una vez finalizados los trabajos.

2. La parte “macho” del terminal. Una vez realizadas las pruebas de la celda GIS el fabricante del cable retirará la tapa o kit de ensayos e instalará el cable en el interior del terminal GIS.

### Características eléctricas

Corriente .....	Alterna trifásica
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión asignada .....	220 kV
Tensión más elevada para el material.....	245 kV
Categoría de la red .....	A (según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min).....	318 kV
Intensidad mínima admisible en cortocircuito: .....	≥ 50 kA
◦ Duración del cortocircuito: .....	0,5 s
◦ Temperatura inicial: .....	90 °C
◦ Temperatura final:.....	250 °C
Tensión soportada envolvente metálica GIS - pantalla metálica cable	
◦ Tensión alterna en “seco” .....	25 kV durante 15 minutos
◦ Tensión soportada a impulso tipo rayo en “seco”	
(10 de cada polaridad).....	60 kV
◦ Tensión alterna “bajo lluvia” .....	25 kV durante 15 minutos
◦ Tensión soportada a impulso tipo rayo “bajo lluvia”	
(10 de cada polaridad).....	60 kV

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación a la que va destinado.

### Características constructivas

- SUMINISTRO Y DIMENSIONES

El tipo de terminal a suministrar será un terminal “tipo seco” independientemente del tipo de campana de la celda GIS. En los casos en los que las campanas de las celdas GIS sean para terminales “tipo fluido”, dimensiones diferentes que para “tipo seco”, el terminal del cable se suministrará con las piezas adaptadoras necesarias (suministro de estas piezas por parte del suministrador del terminal del cable) para adaptarse a la campana.

Las dimensiones del terminal de cable se ajustarán a las indicadas en la figura 5 de la norma IEC 62271-209 para terminales “tipo seco”.

En los casos en los que la campana de la celda GIS corresponda con la antigua norma IEC 60859, tanto para terminales “tipo seco” (fig. 4) como “tipo fluido” (fig. 2), será el suministrador del terminal del cable el que se adaptará a las dimensiones de la campana bajo lo especificado en la norma IEC 62271-209.

El límite en el suministro entre el fabricante del terminal del cable y el fabricante de la celda GIS será el indicado en la figura 4 de la norma IEC 62271-209.

Será suministrado por parte del fabricante del cable tanto la parte “hembra” como la parte “macho” del terminal del cable. Además, el suministro incluirá:

- Todas las piezas y pequeño material necesario para la confección del terminal del cable (masillas, cintas, etc...).
- Cable de conexión de la pantalla del cable con la caja de conexión de pantallas.
- Kit de ensayo o tapa que junto con la “hembra” del terminal del cable permita realizar los ensayos del compartimento de la GIS en el que se instalará el terminal del cable.
- En caso de ser necesario, las piezas para adaptar el terminal del cable normalizado “tipo seco” según fig. 5 de la norma IEC 62271-209 a una campana “tipo fluido” o a una campana según normas anteriores.
- Descargadores según norma UNE-EN 60099-4 entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica del cable. Se deberán suministrar 4 descargadores con envolvente polimérica por cada terminal del cable.
- La conexión entre la envolvente metálica de la GIS y el descargador se realizará con pletina de cobre de ancho mínimo 30 mm y la conexión entre el descargador y la pantalla metálica del cable se realizará con trenza de cobre estañado de ancho mínimo 30 mm o cable de cobre redondo de sección mínima 95 mm<sup>2</sup>.
- La tensión asignada de estos descargadores dependerá del tipo de conexión de las pantallas metálicas de los cables.
  - Conexión de las pantallas metálicas de los cables rígida o directa a tierra: Tensión asignada 1 kV de los descargadores entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica del cable.

- Conexión de las pantallas metálicas de los cables a través de descargador en sistema de conexionado “Single-Point”: Tensión asignada de los descargadores entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica del cable igual o superior que la tensión asignada del descargador o LTP de la pantalla metálica del cable en el sistema de conexionado “Single-Point”.

La tapa que se suministra junto con la “hembra” del terminal del cable debe estar diseñada para soportar las condiciones de ensayo de la aparamenta blindada. Los niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas de los equipos están regidos por la norma IEC 62271-203, tabla 2, apartado 4.2.

Cualquier desviación de la norma IEC 62271-209, tanto en las dimensiones de los elementos que componen el terminal como en el alcance del suministro, deberán someterse a aprobación de REE.

- COMPOSICIÓN

El conector del terminal del cable con la celda GIS deberá cumplir con las dimensiones indicadas en la figura 5 de la norma IEC 62271-209 correspondiente a los terminales tipo seco.

El conector del terminal estará embebido en un aislador de resina epoxy. Este aislador servirá de barrera aislante entre el gas SF<sub>6</sub> de la celda GIS y el interior del terminal del cable. El terminal deberá estar diseñado con un sistema de estanqueidad que asegure que no haya contaminación por penetración de gas SF<sub>6</sub> en el interior del terminal.

El terminal del cable deberá estar diseñado para soportar la presión del gas SF<sub>6</sub> de la celda GIS según establece la norma IEC 62271-209 en los apartados 5.6 y 6. Igualmente, cada terminal se ensayará en fábrica según se establece en el apartado 8 de la norma IEC 62271-209.

El interior del terminal no deberá estar relleno de ningún fluido.

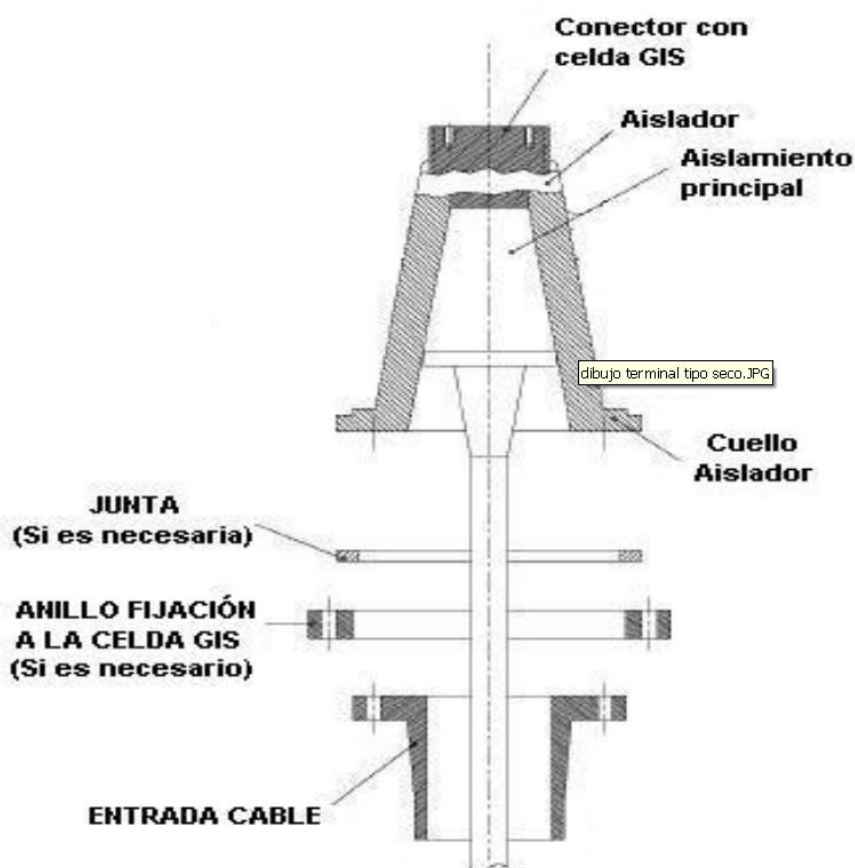
El aislamiento principal del terminal será prefabricado constituido por un única pieza, normalmente en forma de cono. El material será de alta constante dieléctrica y su función es distribuir el campo eléctrico del cable a lo largo del terminal. La presión contra el cable se

mantendrá mediante la memoria elástica de los materiales empleados.

El terminal deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para el cable correspondiente.

Los terminales deberán estar diseñados de forma que permitan la instalación de descargadores entre la pantalla metálica del cable y la puesta a tierra de la subestación con objeto de poder realizar un sistema de conexionado de las pantallas metálicas de los cables tipo "Single-Point". En este caso el descargador se deberá instalar en el interior de una caja de conexión de pantallas, para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión de las pantallas, y el cable de conexión de pantallas deberá ser aislado.

A continuación, se muestra un croquis con las partes básicas que deberá tener el terminal:



### Pruebas y ensayos

Los terminales tipo GIS deberán cumplir con los ensayos requeridos por la especificación técnica ET183 de RED ELÉCTRICA.

## 7.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### 7.4.1 Conexionado de pantallas a tierra

En el plano J-0Z48-L2693 L004 “Esquema de conexionado de puesta a tierra de pantallas” se encuentra indicado el sistema de puesta a tierra de los tramos subterráneos.

La longitud de los tramos se describe en las tablas siguiente:

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD TRAZA (m)	LONGITUD CABLE (m)	TIPO P.A.T.
SE BADALONA	CE01	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	217,5	237,8	Single Point
CE01	CE02	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	800,0	828,3	Cross Bonding seccionado
CE02	CE03	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	634,5	652,0	Cross Bonding seccionado
CE03	CE04	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	829,9	849,3	Cross Bonding seccionado
CE04	CE05	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	850,9	870,2	Cross Bonding seccionado
CE05	CE06	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	588,2	604,9	Cross Bonding seccionado
CE06	CE07	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	833,8	853,0	Cross Bonding seccionado
CE07	SE VERNEDA	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	201	208	Single Point doble cable equipotencial

Tabla 1.1. Longitud de tramos línea Badalona-Verneda

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD TRAZA (m)	LONGITUD CABLE (m)	TIPO P.A.T.
SE LA SAGRERA	SE VERNEDA	SISTEMA CABLE 220 KV – 2000Cu+T375 – terminal P-IV (AS)	684	778	Single Point doble cable equipotencial

Tabla 1.2. Longitud de tramos línea La Sagrea-Verneda

## **7.4.2 Cajas de puesta a tierra**

Son cajas de conexión con envoltura estanca en tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas o en intemperie.

En el interior de las cajas, las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de latón, ya sea directamente a tierra o a través de los correspondientes limitadores de tensión de pantalla (LTP) de óxido metálico conectados a tierra.

Con objeto de evitar posibles problemas de sobretensiones transitorias de maniobra en las pantallas de los cables, en los terminales tipo GIS se realizará, siempre que sea posible, una conexión directa a tierra de las pantallas metálicas de los cables de cada circuito mediante una caja tripolar de puesta a tierra directa, situándose en el soporte metálico de sujeción de los cables en su subida desde el sótano a la sala GIS.

Además, se pondrán a tierra todos los soportes metálicos de sujeción de cables o terminales.

El cable de tierra que conecta los terminales o empalmes con las cajas de puesta tierra no podrá tener una longitud superior a 10 metros.

## **7.5 OBRA CIVIL**

### **7.5.1 Instalación tubular hormigonada**

La zanja tipo tendrá unas dimensiones de 800 mm de anchura y 1525 mm de profundidad para los tramos simple circuito según plano nº J-0Z48-L2693-1V004 incluido en el Documento 3 - Planos y 1800 mm de anchura y 1525 mm de profundidad para los tramos doble circuito según plano nº J-0Z48-L2693-1V003 incluido en el Documento 3 - Planos. En el término municipal de Barcelona para cumplir con los requisitos específicos de las ordenanzas municipales, las zanjas tipo tendrán una profundidad mínima de 1525 mm.

En el tramo existente entre la CE07 y la galería, se utilizará zanja doble circuito según plano nº J-0Z48-L2693-1V003 incluido en el Documento 3 - Planos y 1800 mm de anchura y 1525 mm de profundidad. Tanto en los dos tramos entre la galería y la SE Verneda como en el tramo entre la galería de ADCOGASE y la galería de La Sagrera, se utilizará zanja simple circuito según plano nº J-0Z48-L2693-1V004 con unas dimensiones de unas dimensiones de

800 mm de anchura y 1525 mm de profundidad.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250.0 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de color rojo de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad según ET140.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE010 incluido en el Documento 3 - Planos. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada. En las líneas de simple circuito el separador de los tubos se instalará cada metro cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará dos tubos rígidos corrugados de color verde de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior según ET140. Se realizará su transposición en la mitad del tramo "Single Point" (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Estos tubos son para la instalación del cable de acompañamiento de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas "Single Point", pero se incluirán aunque no sea éste el tipo de conexión de pantallas utilizado. Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, los tubos para el cable de acompañamiento estarán sujetos mediante el mismo separador cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE010 incluido en el Documento 3 - Planos.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar 1 tubo rígido corrugados de color verde de polietileno de doble pared de 160 mm de diámetro exterior según ET140, en cuyo interior se instalarán 3 monotubos de polietileno de 1 x 40 mm de diámetro exterior. En el caso de las líneas de simple circuito se colocarán 2 tubos rígidos corrugados de color verde de polietileno de doble pared de 160 mm de diámetro exterior según ET140, sujetándose cada tubo en separadores alternos, de tal forma que el separador en su instalación se gira alternativamente quedando el testigo con un tubo en un soporte a la derecha y en el siguiente soporte a la izquierda.

Los monotubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco

siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 12.5 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el montaje de los tubos y siempre antes del hormigonado, se irá colocando en el interior de cada uno de los tubos de los cables de potencia, acompañamiento y tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones una cuerda guía continua entre cámaras de empalme, es decir, sin ningún tipo de nudo o unión. Esta cuerda será de  $\varnothing \geq 10$  mm y carga de rotura  $\geq 1850$  kg para tubos destinados a cables de potencia. Los monotubos de telecomunicaciones no precisarán de cuerda guía salvo en las perforaciones dirigidas que se instalará una cuerda guía de  $\varnothing \geq 6$  mm y carga de rotura  $\geq 500$  kg. Deberá prestarse especial atención durante el proceso de unión de dos tubos contiguos para que estos hagan tope con la cara interior de la conexión y que la cuerda guía colocada en el interior de la canalización no quede enganchada con la misma.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, los tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones se procederá al hormigonado de los mismos hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según los planos nº J-0Z48-L2693-1V003 y nº J-0Z48-L2693-1V004 incluido en el Documento 3 - Planos. Durante el vertido se emplearán los medios necesarios para que el hormigón penetre totalmente dentro del haz de tubos, dejando un prisma sin bolsas de aire o coqueas, no estando permitido el empleo de vibradores mecánicos salvo autorización expresa de Red Eléctrica. Se deberá prestar especial atención en no verter hormigón directamente sobre los tubos para evitar deformarlos por efecto del impacto que causa la masa al caer desde el camión hormigonera.

Se evitará pisar los tubos durante las labores de instalación y hormigonado de los mismos. Asimismo, se evitará sujetar los tubos al suelo o entre ellos con alambre o cable metálico, estando permitido el empleo de cuerda o bridas de plástico para este cometido.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación cuando cumplan con el criterio mínimo de “terreno adecuado” y cuando éstas permitan alcanzar el grado de compactación requerido del 95% P.M. (Proctor Modificado). Si las tierras extraídas no fuesen aptas para el relleno se realizará mediante tierra de préstamo. Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 250 mm del dado de hormigón, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según ET141.

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 de pavimentos y superficies no pavimentadas se realizará según las normas de los organismos, servicios afectados y de Red Eléctrica, empleando material nuevo de las mismas características que el existente antes de realizar el trabajo.

Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que los organismos, servicios y Red Eléctrica indiquen otra cosa. Será de aplicación el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3).

Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer, serán iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos.

Una vez se haya finalizado la ejecución de la zanja tubular hormigonada, se instalarán 3 monotubos 1x40 mm de telecomunicaciones en el interior de cada uno de los 2 tubos de diámetro 160 mm mediante subconductado entre extremos de arquetas dobles de telecomunicaciones.

## **7.5.2 Galerías**

La línea discurre por diferentes tramos de galería según se indica en el plano “Plano Planta y Perfil” J-0Z48-L2693 L002 incluido en el Documento nº 3 – Planos, del presente proyecto.

En el interior de los tramos en galería los cables se instalarán en tresbolillo sobre soportes metálicos según los planos J-0Z48-L2693-1LSS001, J-0Z48-L2693-1LSS002, J-0Z48-L2693-1LSS003 y J-0Z48-L2693-1LSS005 incluidos en el Documento 3 – Planos, del presente proyecto. En algún punto en el que no sea posible mantener la disposición en tresbolillo, se emplearán soportes para un solo cable según plano J-0Z48-L2693-1LSS004 incluido en el Documento 3 – Planos, del presente proyecto

Durante la fase de elaboración del proyecto de ejecución se ha analizado técnicamente la viabilidad de instalar la nueva línea en los tramos existentes de galería compatibilizándolos con los servicios ya existentes siendo la disposición prevista en el interior de los tramos en galería la representada en el plano J-0Z48-L2693L002 incluido en el Documento nº 3 – Planos, del presente proyecto.

Con carácter general, la instalación de los cables en el interior de los tramos de galería deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Soportes metálicos no deberán sobresalir de la pared como máximo 550 mm.
- En todos los cruzamientos de cables por el centro de la galería se deberá dejar una zona de paso libre de 900 mm de ancho y altura mínima de 1800 mm aunque lo deseable sería disponer de una altura de 2000 mm.
- Todos los soportes instalados al suelo deberán dejar una altura mínima del cable al suelo de 100 mm para que se pueda barrer la galería para su correcto mantenimiento.
- Todas las entradas o salidas de cables de la galería no deberán coincidir con la unión de los módulos de la galería.

- Todos los muros y puertas cortafuegos que se atraviesen se deberán retirar en su totalidad para volver a ser instalados tras el tendido del nuevo circuito 220BDL-SGA teniéndose que emitir certificado REI120 por la empresa que lo ejecute.

En caso de no poderse cumplir con los requisitos anteriores en algún punto concreto del trazado de la línea que discurre por las galerías existentes se acordará con su propietario la forma más adecuada para viabilizar la instalación de los cables.

Durante la fase de ingeniería de detalle del presente proyecto se realizará un diseño detallado de los siguientes aspectos:

- Las entradas o salidas de los cables en la galería hacia las cámaras de empalme o tramos de la línea en los que los cables se instalan en zanja entubada hormigonada.
- Instalación de los cables en su paso por las diferentes zonas de Entrada de Personal (E.P.) que se deben atravesar.
- Instalación de los cables en las dos zonas de cruzamiento donde los cables deben pasar de una pared de la galería a la contraria.
- Instalación de los cables en su paso por las zonas de unión entre los diferentes ramales de las galerías.
- Instalación de los cables en los giros pronunciados existentes en el trazado actual de las galerías.

### **7.5.3 Cámaras de empalme**

Las cámaras de empalme tienen como objeto albergar en su interior los empalmes de los cables eléctricos de alta tensión.

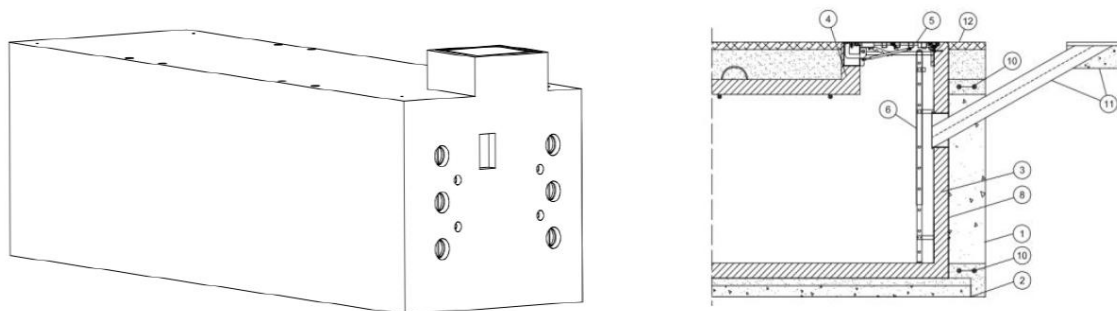
No se prevén instalar nuevas cámaras de empalme, pero se utilizará la cámara existente CE07 monobloque registrable doble circuito.

#### **Cámara de empalme monobloque registrable DC (Doble Circuito)**

La cámara de empalme monobloque registrables DC estará enterrada. Tendrá una entrada de acceso de personal desde el exterior para realizar la confección de accesorios, así como para realizar mantenimientos una vez la línea se encuentre en funcionamiento. A través de dos bocas de ayuda al tendido en ambos extremos de la misma se tenderá el cable. Es

decir, este tipo de cámara de empalme permite independizar la actividad de obra civil del posterior tendido de cables y confección de accesorios.

Este tipo de cámara es prefabricada y consta de un cuerpo de la cámara en cuyo interior se alojan tanto los empalmes como la Caja de Conexión de Pantallas (CCP).



En cada una de las paredes cortas de la cámara, existen 6 huecos o pasamuros en disposición vertical para la entrada de los tubos de los cables de potencia que llegan a la cámara desde la zanja entubada hormigonada. El tendido de los cables se realizará ubicando las bobinas de cable en las proximidades de la cámara e introduciendo el cable por las bocas de tendido (huecos rectangulares) situadas en ambos lados cortos de la cámara.

Los empalmes se instalarán en vertical en las paredes del lado largo de la cámara de empalme.

Una vez instalados los cables y confeccionados los empalmes, se procederá al sellado e impermeabilización de todos los huecos del cuerpo de la cámara. La tapa de la trampilla de acceso será estanca.

En el exterior de la cámara se dispondrán dos dobles anillos perimetrales de tierra de cobre de  $120 \text{ mm}^2$  colocados alrededor de la cámara, uno de ellos a la profundidad del fondo de la cámara y el otro a la profundidad de la parte superior del cuerpo de la cámara. Se dispondrán 8 insertos de tierra para llevar las tierras de los anillos exteriores al interior de la cámara. Asimismo, se dispondrán 4 insertos más, unidos a la ferralla de la cámara, para unir a tierra la armadura metálica del hormigón.

En el interior de la cámara se instalará dos pletinas de cobre estañado (una por circuito), de  $40 \times 10 \text{ mm}$  de sección y  $470 \text{ mm}$  de longitud, para conectar los siguientes elementos con cables desnudos de cobre de sección  $50 \text{ mm}^2$ :

- Un inserto superior que conecta el interior de la cámara con el anillo de puesta a tierra exterior a la cámara situado en la parte superior a la altura de las tapas.
- Un inserto inferior que conecta el interior de la cámara con el anillo de puesta a tierra exterior a la cámara situado en la parte inferior a la profundidad del fondo de la cámara.
- Una conexión con el inserto conectado a la ferralla del hormigón de la cámara.
- Conexión con todos los soportes y elementos metálicos situados en el interior de la cámara de empalme.

Nº plano	Título
LSC009	Cámara de empalme prefabricada registrable monobloque DC 220 kV (Hojas 1 a 5)

Tabla 2. Planos cámara de empalme registrable monobloque DC 220 kV

#### 7.5.4 Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas serán dobles de 900 mm x 1.425 x 1.200 mm.

En los planos de perfil y planta del Documento 3 - Planos se indica la ubicación de las arquetas de telecomunicaciones.

Los cables de telecomunicaciones no se deberán introducir en las cámaras de empalme de los cables de potencia para lo cual se realizará un desvío por fuera de la cámara de empalme desde la zanja conjunta de los cables de potencia y de los cables de telecomunicaciones hasta la arqueta doble de telecomunicaciones situada en las proximidades de la cámara de empalme.

La zanja tipo de telecomunicaciones para la conexión de los tubos de telecomunicaciones con las arquetas de telecomunicaciones se realizará según los planos nº LST008 y LST009 incluido en el Documento 3 - Planos.

Las arquetas dobles serán según ET202 de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o polipropileno reforzado con cargas minerales con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior según el plano LST003 del Documento 3 - Planos.

Las arquetas dobles se emplearán como “encofrado perdido” relleno sus laterales tanto paredes como solera con hormigón de 25 cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo hasta recoger el cerco de la tapa de fundición.

En la base de cada arqueta se dispondrá un hueco sumidero con forma circular de 150 mm de diámetro para facilitar el drenaje de las aguas que pueda recoger el conjunto. Debajo de la arqueta se dispondrá un dado de 500x500x500mm de tamaño de árido 20 mm para facilitar el drenaje.

Las arquetas dispondrán de las correspondientes tapas de fundición homologadas con el logotipo de Red Eléctrica, según se trate de instalación en calzada (D-400) o acera (B-125), según se indica en la documentación constructiva.

Los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones entrarán en las arquetas en el punto medio de la cara menor y de forma perpendicular a ella, a una altura de 250 mm desde el suelo de la arqueta. El corte del prefabricado para la entrada de los tubos se realizará mediante corona de corte circular. En ningún caso se permitirá romper el prefabricado a golpes o por cualquier otro medio que no sea el anteriormente descrito.

Las arquetas dobles se instalarán siempre en cada cámara de empalme, al principio y al final de cada perforación dirigida, en la base del apoyo PAS (Paso Aéreo-Subterráneo) y en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie. Estas arquetas serán las arquetas dobles finales de tramo.

En el resto del trazado, se instalarán arquetas dobles intermedias respetando las distancias indicadas en la siguiente tabla:

<b>Instalación arquetas dobles intermedias de telecomunicaciones</b>	
<b>Distancia (m) entre cámaras de empalme / cámara de empalme y subestación o cámara de empalme y apoyo transición aéreo-subterráneo</b>	<b>Nº arquetas dobles intermedias</b>
$\leq 500$	0
$500 < x \leq 1000$	1
$1000 < x \leq 1500$	2

Tabla 2. Distancias para instalación de arquetas dobles intermedias de telecomunicaciones

Adicionalmente, se podrán instalar arquetas dobles en los puntos singulares del trazado, en el caso de que el proyectista de la instalación lo considerase necesario.

En todas las arquetas dobles intermedias de telecomunicaciones tanto los tubos corrugados de diámetro 160 mm para telecomunicaciones y los 3 monotubos 1x40 mm instalados en su interior quedarán en paso. Únicamente podrán cortarse, tanto los tubos corrugados de diámetro 160 mm como los monotubos, en las arquetas dobles finales de tramo situadas en las cámaras de empalme, en la base del apoyo PAS (paso aéreo-subterráneo) y en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.

Para asegurar que el enlace de telecomunicaciones se ha ejecutado convenientemente, se llevará a cabo entre tramos completos comprendidos entre arquetas dobles finales de tramo, un ensayo de estanqueidad de todos los monotubos. Se hará taponando un extremo del monotubo, ejerciendo por el otro extremo a través de un compresor de aire dotado de manómetro una presión interna de 7 bares durante 15 min.

Se considerará que el ensayo es apto si una vez estabilizada la presión inicial de ensayo, no se producen variaciones de la misma (o lo que es lo mismo, no se producen pérdidas de aire) durante los 15 minutos de monitorización posterior.

### **7.5.5 Mandrilado**

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos (tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y tubos de telecomunicaciones).

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, debiendo ser el diámetro de las esferas  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

En aquellos casos en los que un mismo tramo conste de tubos de características diferentes (por ejemplo: cuando ese tramo conste de una perforación dirigida) deberá realizarse un mandrilado parcial en cada uno de los subtramos con los mandriles adecuados a las dimensiones interiores de los tubos de cada tramo, así como un mandrilado completo de todo el tramo utilizando en este caso un mandril cuyas dimensiones garanticen que el diámetro de las esferas sea  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

Para los tubos de los cables de potencia y de los cables de acompañamiento las dimensiones de los mandriles se indican en el Documento 3 - Planos, en los planos nº LSMA001 y LSMA004 respectivamente.

La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento se realizará según se describe a continuación:

Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro  $\geq 13$  mm.

En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio+cepillo+mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido)

A continuación, se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.

El conjunto antigiratorio+cepillo+mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro  $\geq 13$  mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.

Después se tirará del cable piloto instalando una cuerda guía de  $\varnothing \geq 10$  mm y carga de rotura  $\geq 1850$  kg que sirva para el tendido posterior de los cables de potencia y acompañamiento.

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia o acompañamiento de tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.

La operación de mandrilado de los monotubos de telecomunicaciones se realizará según se describe a continuación:

El mandrilado se hará mediante impulsión neumática o “soplado” de un calibre con sonda entre arquetas dobles consecutivas.

Una vez realizado el mandrilado no será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos excepto en los tramos de perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de  $\varnothing \geq 6$  mm y carga de rotura  $\geq 500$  kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación.

## **7.6 TENDIDO**

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación.

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, debiendo ser el diámetro de las esferas  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

En aquellos casos en los que un mismo tramo conste de tubos de características diferentes (por ejemplo: cuando ese tramo conste de una perforación dirigida) deberá realizarse un mandrilado parcial en cada uno de los subtramos con los mandriles adecuados a las

dimensiones interiores de los tubos de cada tramo, así como un mandrilado completo de todo el tramo utilizando en este caso un mandril cuyas dimensiones garanticen que el diámetro de las esferas sea  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

Para los tubos de los cables de potencia y de los cables de acompañamiento las dimensiones de los mandriles se indican en el Documento 3 - Planos, en los planos nº LSMA001 y LSMA004 respectivamente.

La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento se realizará según se describe a continuación:

Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro  $\geq 13$  mm.

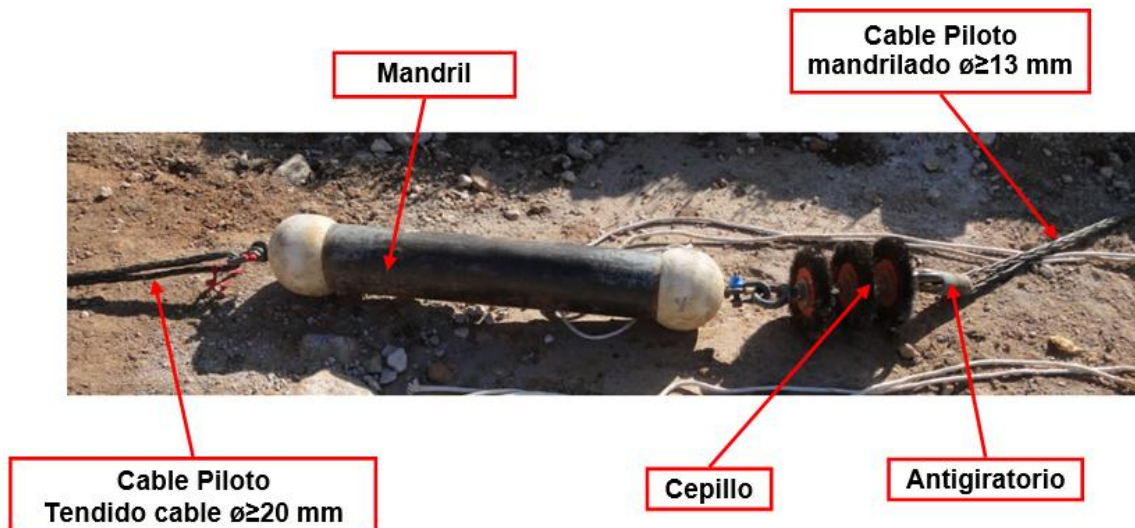
En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio+cepillo+mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido)

A continuación, se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.

El conjunto antigiratorio+cepillo+mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro  $\geq 20$  mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.

Tirando de este último cable piloto de acero trenzado de diámetro  $\geq 20$  mm se instalará el cable de potencia en el interior de los tubos.

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia o acompañamiento de tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.



El cable piloto para el mandrilado deberá ser de acero trenzado de diámetro  $\geq 13$  mm y el cable piloto para el tendido de los cables de potencia deberá ser de acero trenzado de diámetro  $\geq 20$  mm y carga de rotura  $\geq 24000$  kg (esfuerzo máximo de tiro permitido x coeficiente de seguridad 3).

El cabezal de tiro debe tener forma de “ogiva” o “bala” con aristas redondeadas. Deberá soportar un esfuerzo de tiro  $\geq 12000$  kg (esfuerzo máximo de tiro permitido x coeficiente de seguridad 1,5).

El cabezal de tiro se unirá al conductor del cable y no se permitirá un diseño de cabezal que transmita ningún esfuerzo sobre el resto de capas del cable.

La conexión entre el cabezal de tiro y el cable piloto se realizará a través de un dispositivo antigiro sin ningún otro elemento de conexión (grilletes, etc...).

Igualmente, antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y así mismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a  $10^\circ$ .

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.

En el caso de que la bobina esté protegida con duelas de madera, 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 bobina 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 deberá hacer sobre suelo blando, y deberá evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabrestante. Tanto el cabrestante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

Los cabrestantes se utilizarán para tirar de los cables por medio de cables pilotos auxiliares y estarán accionados por un motor autónomo que deberá permitir el control de la velocidad de tendido y del esfuerzo de tiro. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de dispositivo de parada automática y registrador digital de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido como mínimo cada 5 metros. Deberá cumplir con lo estipulado en el RD 1215/97,

marcado CE o la legislación correspondiente en vigor. Antes del inicio de los trabajos, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar. La máquina de tiro y su registrador digital deberá disponer del correspondiente certificado de calibración vigente.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado. Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. El cable, al salir de la bobina, se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades y para que el cable no pueda adoptar radios de curvaturas inferiores el mínimo permitido. Deberá disponer de dinamómetro y el sistema de frenado deberá ser adecuado a la bobina a tender. Deberá cumplir con lo estipulado en el R.D. 1644/08 (marcado CE) o adecuación según RD 1215/97 o la legislación correspondiente en vigor. El dispositivo de frenado deberá ser reversible y actuar de cabrestante en caso de necesidad

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 radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos 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 y en el sentido indicado por el fabricante.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

El desenrollado deberá ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

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, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hará que ésta siga desenrollando cable, lo que llevará a la formación de un bucle.

Queda 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.

El esfuerzo durante el tendido de los cables deberá ser inferior a 6000 kg de forma continuada permitiendo valores de pico máximos de 8000 kg y/o inferiores a los esfuerzos máximos de tiro especificados en la ficha técnica del fabricante del cable. Se deberá limitar la máquina de tiro al esfuerzo de tiro máximo permitido. La velocidad máxima de tendido será 20 m/min. Será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de las bobinas.

Se deberá realizar un estudio de las tracciones necesarias para efectuar el tendido, con el fin de que debido al trazado de la línea, no sea preciso sobrepasar las tracciones antes mencionadas.

Para disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se deberá poner grasa neutra en la cubierta exterior del cable, siguiendo las instrucciones del fabricante, antes de introducirlo en el tubo. Estará prohibido el tendido de cables por el interior de tubos sin aplicar grasa neutra.

Igualmente, para reducir el esfuerzo de tiro se podrán usar arquetas intermedias utilizando rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo, para evitar el rozamiento entre el cable y el tubo. En el caso de que las arquetas sean provisionales, se les dará continuidad, una vez tendido el cable, mediante tubos cortados o medias cañas que, a su vez, serán hormigonados.

Se deberá tener especial cuidado cuando el tendido de la bobina llegue a su final, ya que se deberá tener previsto un sistema, que sujete la cola del cable y a la vez mantenga la tensión de tendido.

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 en las cámaras de empalme y en los sótanos GIS para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante un procedimiento de impermeabilización aprobado por Red Eléctrica.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja, zonas de empalme y terminales, 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 termo retráctiles.

Cuando dos cables vayan a ser empalmados sus puntas se tenderán hasta el final de la cámara de empalme para conseguir el suficiente solapamiento que permita realizar el empalme con seguridad, ya que al haber sido sometidas las puntas de los cables a un mayor esfuerzo, podrían haberse producido desplazamientos entre las capas que constituyen los cables.

En el interior de la galería, para realizar el tendido, se llevará acabo las siguientes actividades:

Antes de las operaciones de tendido de los cables, todos los soportes y bridas metálicas de los cables deberán estar instalados en su posición definitiva. No obstante, se retirará la parte superior de las bridas metálicas hasta la instalación del cable.

Se instalarán rodillos por el centro de la galería de tal forma que soporten el cable desde su entrada a la galería desde la cámara de empalme situada en el exterior en todo el recorrido por la galería hasta la salida a la siguiente cámara de empalme también situada en el exterior. Los rodillos se colocarán de tal forma que el cable quede apoyado y también guiado por las esquinas y en pendientes.

Rodillos rectos serán instalados en los tramos rectos de la galería cada 2 o 3 metros como se muestra en la siguiente figura



En los tramos curvos de la galería se instalarán rodillos especiales para curvas cada 1 metro máximo dependiendo de las condiciones como se muestra en la siguiente figura



Una vez se haya tendido el cable sobre todos los rodillos, se desplazará el cable a su ubicación final sobre la brida tripolar metálica instalada previamente en el soporte metálico con la ayuda de pull-lift o trácteles.

Una vez se hayan tendido y colocado los 3 cables en su posición final sobre el soporte se instalará la parte superior de la brida tripolar metálica que sujeta a la terna de cables en disposición tresbolillo sobre los soportes metálicos.

Una vez que todos los cables se hayan tendido con éxito, se retirarán de la galería todos los rodillos y equipos empleados.

## **7.7 COMUNICACIONES**

Para el sistema de comunicaciones se tenderán 1 cables dieléctricos antirroedores monomodo de 48 que mantendrá el mismo trazado que el cable de potencia.

En los tramos en zanja el cable de telecomunicaciones irá alojado en el interior de los monotubos de telecomunicaciones de diámetro 40 mm según se indica en los planos nº J-0Z48-L2693-1V003 y nº J-0Z48-L2693-1V004 incluidos en el Documento 3 – Planos del presente proyecto.

En los tramos en galería el cable de telecomunicaciones se instalará en el mismo soporte metálico sobre el que se instalan los cables de potencia en una abrazadera Hilti o similar según se indica en los planos J-0Z48-L2693-1LSS001, J-0Z48-L2693-1LSS002 y J-0Z48-L2693-1LSS003 incluidos en el Documento 3 – Planos del presente proyecto.

## **7.8 MONITORIZACIÓN**

El circuito irá dotado de un sistema de monitorización basado en fibra óptica, cuyos equipos irán ubicados las subestaciones extremo, y a los que llegará la información recogida en tiempo real a través cables de FO específicos que acompañan a los cables de potencia.

El cable específico de monitorización será de 24 fibras ópticas instalado con cinta adhesiva sobre la cubierta de uno de los cables de potencia como se muestra en la siguiente imagen para monitorizar la capacidad de transporte de la línea.



## 7.9 ENSAYOS

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

- IEC 62067: "Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m=170\text{kV}$ ) hasta 500 kV ( $U_m=550\text{ kV}$ ). Requisitos y métodos de ensayo."

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, terminales, etc.) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada según establece la Especificación Técnica de Red Eléctrica de España número ET160 "Ensayos de puesta en servicio de líneas subterráneas".

1. Ensayo de verificación del orden de fases.
2. Ensayo de medida de la resistencia del conductor
3. Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla
4. Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable.
5. Ensayo de descargas parciales
6. Ensayo de tensión sobre el aislamiento.
7. Ensayo de medida de la capacidad
8. Ensayo de medida de impedancias
9. Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra.

## 8 CRUZAMIENTOS

### 8.1 NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Los cables de energía eléctrica cruzarán por debajo de las instalaciones existentes en la medida de lo posible. En casos en los que la profundidad sea excesiva se podrá considerar una configuración de los cables en un plano horizontal, con el fin de garantizar la correcta disipación de calor.

En la siguiente tabla se indican las condiciones que deben cumplir los cruzamientos y paralelismos de los cables subterráneos con otros servicios, en los distintos casos particulares:

Instalación afectada	Tipo de afectación	Condiciones
Otros cables de energía eléctrica: Líneas de BT y líneas de AT	Cruce	$\geq 25$ cm entre cables de energía eléctrica. Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión
	Paralelismo	$\geq 25$ cm entre cables de energía eléctrica
Cables de telecomunicación	Cruce	$\geq 20$ cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones. Distancia del punto de cruce al empalme $\geq 1$ m
	Paralelismo	$\geq 20$ cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones
Agua	Cruce	$\geq 20$ cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas a $\geq 1$ m del punto de cruce
	Paralelismo	20 cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas a $\geq 1$ m del punto de cruce. Distancia mínima $\geq 20$ cm en proyección horizontal. Entre aristas importantes de agua y cables eléctricos $\geq 1$ m, La canalización de agua por debajo del nivel de los cables eléctricos
Gas	Cruce	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable $\geq 40$ cm. Empalmes y juntas a $\geq 1$ m
	Paralelismo	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable $\geq 40$ cm. Empalmes y juntas a

Instalación afectada	Tipo de afectación	Condiciones
		$\geq 1$ m
Saneamiento de pluviales y fecales	Cruce	Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas.
	Paralelismo	-
Calles y carreteras	Cruce	Canalización entubada hormigonada. $\geq 0,8$ m desde la parte superior del tubo a la rasante del terreno. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del vial
	Paralelismo	-
Ferrocarriles	Cruce	Canalización entubada hormigonada. $\geq 1,1$ m desde la parte superior del tubo a la cara inferior de la traviesa. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del ferrocarril
	Paralelismo	-

Tabla 3. Cruzamientos

1. En paralelismo se procurará evitar que los cables eléctricos queden en el mismo plano vertical que el servicio afectado.
2. Deberán tenerse en cuenta los condicionantes de cada Ayuntamiento así como las condiciones establecidas por cada organismo afectado.

## 8.2 RELACIÓN CORRELATIVA DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Relación de cruzamientos Badalona - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
Nº de cruzamiento	Cruzamiento/Paralelismo	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y	Huso	Hoja plano J-0Z48-L2693 L002
1	Cruzamiento	SANEAMIENTO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,208.48	4,586,312.80	31	1
2	Cruzamiento	SERVICIO DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,208.29	4,586,312.84	31	1
3	Cruzamiento	SERVICIO DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,207.67	4,586,313.02	31	1
4	Cruzamiento	SERVICIO DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,206.17	4,586,313.61	31	1
5	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,103.54	4586432.52	31	1
6	Cruzamiento	ALUMBRADO PUBLICO	AYUNTAMIENTO DE BARCELONA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,105.11	4586435.77	31	1
7	Cruzamiento	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA, S.A	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,105.57	4586436.3	31	1

Relación de cruzamientos Badalona - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
8	Cruzamiento	ABASTECIMIENTO	AGENCIA CATALANA DEL AGUA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,106.14	4586437.12	31	1
9	Cruzamiento	LÍNEA ELÉCTRICA BAJA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,107.06	4586438.08	31	1

Tabla 4.1. Relación de cruzamientos y paralelismos. Tramo Badalona - Verneda

Relación de cruzamientos La Sagrera - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
Nº de cruzamiento	Cruzamiento/Paralelismo	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y	Huso	Hoja plano J-0Z48-L2693 L002
1	Cruzamiento	LÍNEA ELÉCTRICA BAJA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,102.89	4586442.34	31	2
2	Cruzamiento	ABASTECIMIENTO	AGENCIA CATALANA DEL AGUA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,101.94	4586441.42	31	2
3	Cruzamiento	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA, S.A	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,101.09	4586440.6	31	2
4	Cruzamiento	ALUMBRADO PÚBLICO	AYUNTAMIENTO DE BARCELONA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,100.60	4586440.17	31	2
5	Cruzamiento	SANEAMIENTO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,097.87	4586438.43	31	2

Relación de cruzamientos La Sagrera - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
		PLANIFICADO	DRENATGE URBÀ							
6	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,059.64	4586464.43	31	2
7	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,060.35	4586477.05	31	2
8	Cruzamiento	SANEAMIENTO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,060.39	4586476.84	31	2
9	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,059.64	4586479.37	31	2
10	Cruzamiento	LÍNEA ELÉCTRICA MEDIA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,053.72	4586484.89	31	2
11	Cruzamiento	LÍNEA ELÉCTRICA BAJA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,049.20	4586491.47	31	2

Relación de cruzamientos La Sagrera - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
12	Cruzamiento	ONO	VODAFONE ONO, S.A.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,008.49	4586533.35	31	2
13	Cruzamiento	ABASTECIMIEN TO	AGENCIA CATALANA DEL AGUA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,996.53	4586545.68	31	2
14	Cruzamiento	LÍNEA ELECTRICA MEDIA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,996.34	4586546.03	31	2
15	Cruzamiento	LÍNEA ELECTRICA MEDIA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,985.96	4586556.59	31	2
16	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,985.92	4586556.66	31	2
17	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,969.21	4586573.87	31	2
18	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,955.63	4586587.88	31	2

Relación de cruzamientos La Sagrera - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
19	Cruzamiento	HÍDRICOS	AGBAR	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,949.07	4586594.77	31	2
20	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,941.70	4586602.25	31	2
21	Cruzamiento	HÍDRICOS	AGBAR	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,932.32	4,586,620.91	31	2

Tabla 4.2. Relación de cruzamientos y paralelismos. Tramo La Sagrera - Verneda

## **9 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERÍAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA**

### **COMUNIDAD AUTÓNOMA DE Cataluña**

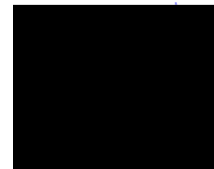
#### **PROVINCIA DE BARCELONA.**

- ADCOGASE
- BCASA. BARCELONA CICLE DE L'AIGUA, SA
- TELEFÓNICA DE ESPAÑA, S.A.U.
- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (ACA)
- EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES S.L.U.
- VODAFONE-ONO
- AGUAS DE BARCELONA, EMPRESA METROPOLITANA DE GESTIÓN DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA, S.A.
- DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA Y MINAS DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO.

**10 RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS**  
- AYUNTAMIENTO DE BARCELONA

Barcelona, febrero de 2026

Firmado por el ingeniero:



Colegiado del COIIM 

# red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

DOCUMENTO 2  
CÁLCULOS

DOCUMENTO Nº 2

CÁLCULOS



Nº de páginas

CAPÍTULO 1 - CÁLCULOS ELÉCTRICOS ..... 23

Barcelona, febrero de 2026

Firmado por el ingeniero:



  
Colegiado del COIIM 

**CAPÍTULO 1**  
**CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Intensidad máxima admisible en régimen permanente.....	3
1.2.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito .....	7
1.2.3 Cálculo de impedancias .....	9
1.2.4 Tensión inducida en las pantallas metálicas .....	10
1.2.4.1 Cálculo de las sobretensiones temporales .....	10
1.2.4.2 Selección LTP's en función de las sobretensiones temporales .....	16
1.2.4.3 Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables en función de las sobretensiones temporales .....	17
1.2.4.4 Selección de LTP's en función de las sobretensiones transitorias.....	18
1.2.4.5 LTP's a instalar.....	23

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los cálculos eléctricos correspondientes a las líneas subterráneas de transporte de energía eléctrica a 220 kV de Badalona – Verneda y La Sagrera – Verneda entre la cámara de empalme CE07 y el grupo de cámaras de empalmes GE08.

Los cálculos realizados son los siguientes:

- Intensidad máxima admisible en régimen permanente
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito
- Cálculo de Impedancias
- Tensión inducida en las pantallas metálicas

Las características de las líneas subterráneas Badalona – Verneda y La Sagrera – Verneda entre la cámara de empalme CE07 y el grupo de cámaras de empalmes GE08 y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

- Longitud de la parte subterránea: 0,520 km
- Frecuencia de cálculo: 50 Hz
- Cálculos realizados para resistividad del terreno: 100 ohm.m
- Tipo del conductor subterráneo: RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV  
1x2000M+T375AI

## 1.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### 1.2.1 Intensidad máxima admisible en régimen permanente

El cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente se ha realizado con la aplicación CYMCAP que realiza el cálculo aplicando la norma IEC 60287 (equivalente a la norma UNE 21144).

La intensidad máxima admisible se obtiene aplicando la fórmula general siguiente:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta \theta - W_d (0,5 T_1 + T_3 + T_4)}{R T_1 + R (1 + \lambda_1) (T_3 + T_4)}}$$

Siendo:

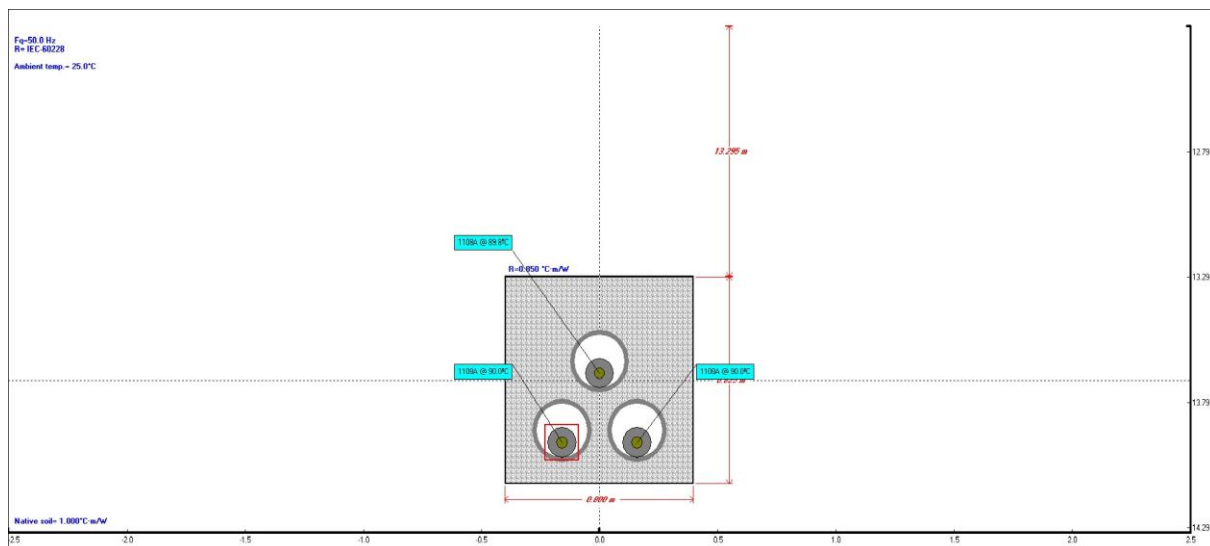
- $I$  Corriente de cortocircuito admisible .....A  
 $\Delta \theta$  Calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente ..... °C  
 $W_d$  Pérdidas dieléctricas por unidad de longitud entre conductor y pantalla ..... K.m/W  
 $T1$  Resistencia térmica por unidad de longitud entre conductor y la pantalla..... K.m/W  
 $T3$  Resistencia térmica por unidad de longitud de la cubierta exterior ..... K.m/W  
 $T4$  Resistencia térmica por unidad de longitud entre la  
superficie del cable y el medio ambiente ..... K.m/W  
 $R$  Resistencia del conductor en corriente alterna, por  
unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio.....  $\Omega/m$   
 $\lambda_1$  Factor de pérdidas en la pantalla metálica

Se ha calculado la capacidad de transporte para para el caso de la zanja normalizada a mayor profundidad con conexión de pantallas single-point por ser en el que se obtiene menor capacidad de transporte:

**La intensidad máxima admisible en régimen permanente de la línea subterránea de transporte de energía eléctrica a 220 kV de simple circuito resulta ser 1107,88 A (422,15 MVA) en la línea La Sagrera – Verneda y de 1255,6 A (478,46 MVA) en la línea Badalona – Verneda.**

Los resultados más representativos obtenidos con la aplicación CYMCAP se muestran a continuación:

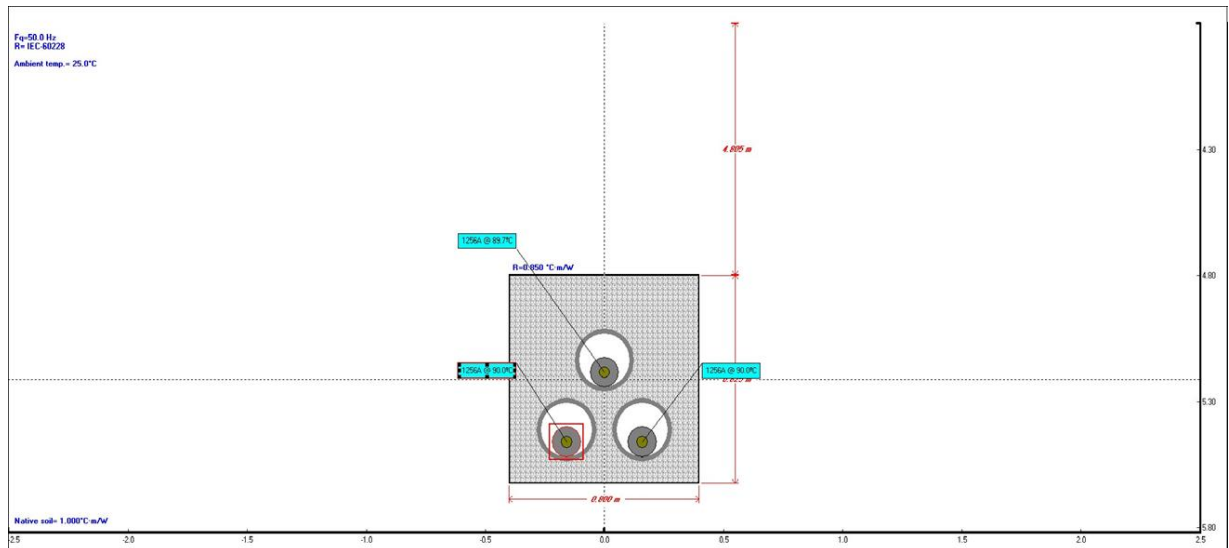
**Línea La Sagrera – Verneda:**



Variable					
Datos generales					
	Nº Circuito		1	1	1
	Fase		A	B	C
Fq	Frecuencia	[Hz]	50,00	50,00	50,00
x	Coordenada X del cable	[m]	-0,16	0,16	0,00
y	Coordenada Y del cable	[m]	13,95	13,95	13,68
	Tipo de conexión de pantallas		Single Point	Single Point	Single Point
Temperaturas					
$\theta_c$	Temperatura del conductor	[°C]	90,0	90,0	89,8
$\theta_s$	Temperatura de la pantalla metálica	[°C]	83,01	83,01	82,84
$\theta_a$	Temperatura de la armadura	[°C]	n/a	n/a	n/a
$\theta_{surf}$	Temperatura de la superficie exterior del cable	[°C]	82,03	82,03	81,86
$\theta_{duct}$	Temperatura de la superficie del tubo	[°C]	75,86	75,85	75,68
Resistencias					
$R_0$	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C	[ $\Omega/\text{km}$ ]	0,0090	0,0090	0,0090
R	Resistencia del conductor en corriente continua a máxima temperatura	[ $\Omega/\text{km}$ ]	0,01507	0,01507	0,01507
ys	Factor de efecto piel		0,3048	0,3048	0,3051

yp	Factor de efecto proximidad		0,00846	0,00846	0,00847
<b>Pérdidas</b>					
Wc	Pérdidas del conductor	[W/m]	18.4987	18.4985	18.4923
Wd	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	1,0211	1,0211	1,0211
Ws	Pérdidas de la pantalla metálica	[W/m]	1,1459	1,1459	1,1464
Wa	Pérdidas de la armadura	[W/m]	0,0	0,0	0,0
Wt	Pérdidas totales	[W/m]	22,1610	22,1608	22,1532
$\lambda_1$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,0762	0,0762	0,0762
$\lambda_2$	Factor de pérdidas de la armadura		0,0	0,0	0,0
<b>Resistencias térmicas</b>					
T1	Thermal Resistance Between Conductor and Screen	[K.m/W]	0,3681	0,3681	0,3681
T2	Thermal Resistance Between Screen and Armour	[K.m/W]	0,0000	0,0000	0,0000
T3	Thermal Resistance of the Jacket/Pipe Coating	[K.m/W]	0,0476	0,0476	0,0476
T4	Total external thermal resistance	[K.m/W]	2,7592	2,7592	2,7521
<b>Capacidad de transporte</b>					
I	Amperios	[A]	1107,88	1107,88	1107,88
CdT	Capacidad de transporte	[MVA]	422,15	422,15	422,15

### Línea Badalona – Verneda:



Variable					
Datos generales					
	Nº Circuito		1	1	1
	Fase		A	B	C
Fq	Frecuencia	[Hz]	50,0	50,0	50,0
x	Coordenada X del cable	[m]	-0,16	0,16	0,00
y	Coordenada Y del cable	[m]	5,46	5,46	5,19
	Tipo de conexión de pantallas		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
Temperaturas					
$\theta_c$	Temperatura del conductor	[°C]	90,0	90,0	89,7
$\theta_s$	Temperatura de la pantalla metálica	[°C]	81,1	81,1	80,7
$\theta_a$	Temperatura de la armadura	[°C]	n/a	n/a	n/a
$\theta_{surf}$	Temperatura de la superficie exterior del cable	[°C]	79,8	79,8	79,5
$\theta_{duct}$	Temperatura de la superficie del tubo	[°C]	71,9	71,9	71,6
Resistencias					
$R_0$	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C	[Ω/km]	0,00900	0,00900	0,00900
R	Resistencia del conductor en corriente continua a máxima temperatura	[Ω/km]	0,01507	0,01507	0,01506
ys	Factor de efecto piel		0,30479	0,30480	0,30528
yp	Factor de efecto proximidad		0,00846	0,00846	0,00848
Pérdidas					
Wc	Pérdidas del conductor	[W/m]	23,76219	23,76198	23,74650
Wd	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	1,02110	1,02110	1,02110
Ws	Pérdidas de la pantalla metálica	[W/m]	1,47899	1,47900	1,48019
Wa	Pérdidas de la armadura	[W/m]	0,00000	0,00000	0,00000
Wt	Pérdidas totales	[W/m]	26,26228	26,26208	26,24780
$\lambda_1$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,06224	0,06224	0,06233
$\lambda_2$	Factor de pérdidas de la armadura		0,00000	0,00000	0,00000
Resistencias térmicas					
T1	Thermal Resistance Between Conductor and Screen	[K.m/W]	0,36811	0,36811	0,36811
T2	Thermal Resistance Between Screen and Armour	[K.m/W]	0,00000	0,00000	0,00000
T3	Thermal Resistance of the Jacket/Pipe Coating	[K.m/W]	0,04764	0,04764	0,04764
T4	Total external thermal resistance	[K.m/W]	2,08732	2,08734	2,07622
Capacidad de transporte					
I	Amperios	[A]	1255,6	1255,6	1255,6
CdT	Capacidad de transporte	[MVA]	478,46	478,46	478,46

## 1.2.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito

### INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la norma UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln \left( \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Siendo:

- $I_{ad}$  Corriente de cortocircuito admisible.....A  
 $t$  Duración del cortocircuito..... s  
 $K$  Constante de la naturaleza del metal del conductor .....  $As^{1/2}/mm^2$   
 $\theta_f$  Temperatura final ..... °C  
 $\theta_i$  Temperatura inicial..... °C  
 $\beta$  Valor inverso del coeficiente de variación de la  
 resistencia del metal del conductor a 0°C.....K

Resultados		
<b>S</b>	$mm^2$	2000
<b>Materia</b>		Cu
<b>I</b>		
<b>t</b>	s	0,5
$\theta_f$	°C	250
$\theta_i$	°C	90
$\beta$	K	234,5
<b>K</b>	$As^{1/2} mm^2$	225,67
<b><math>I_{ad}</math></b>	<b>kA</b>	<b>404,11</b>

La intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2026 (H2026)

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA

La corriente de cortocircuito admisible en la pantalla metálica constituida por tubo de aluminio se calcula según la norma UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Siendo:

- $I_{ad}$  Corriente de cortocircuito admisible.....A
- $t$  Duración del cortocircuito..... s
- $K$  Constante de la naturaleza del metal del conductor .....  $As^{1/2}/mm^2$
- $\theta_f$  Temperatura final ..... °C
- $\theta_i$  Temperatura inicial..... °C
- $\beta$  Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0°C.....K

Resultados		
S	$mm^2$	375
Material		Al
t	s	0,5
$\theta_f$	°C	250
$\theta_i$	°C	80
$\beta$	K	228
K	$As^{1/2}mm^2$	148,1 1

$I_{ad}$	kA	52,07
----------	----	-------

La intensidad máxima admisible de cortocircuito de la pantalla metálica es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2026 (H2026).

### 1.2.3 Cálculo de impedancias

El cálculo de impedancias se ha realizado con la aplicación CYMCAP, teniendo en cuenta que el tipo de cable y las configuraciones de conexión de pantallas presentes en la línea son:

Caso	Tipo de cable	Tipo de conexión de pantallas
1	220 RHE-RA+2OL 1X2000M+T375AL	Single Point Doble Cable Equipotencial

Se muestran a continuación los valores de impedancia de secuencia directa (Z1), inversa (Z2) y homopolar (Z0) y admitancia de secuencia directa (Y1), inversa (Y2) y homopolar (Y0).

Caso 1 Zanja 5 m de profundidad	Impedancias componentes simétricas [ $\Omega$ /km]		
	Z0	Z1	Z2
1	0.137018 + j 0.615206	0.015197 + j 0.16731	0.015197 + j 0.16731

Caso 1 Zanja 5 m de profundidad	Secuencia Y [ $\mu$ S/km]		
	Y0	Y1	Y2
1	0.063309 + j 79.136741	0.063309 + j 79.136741	0.063309 + j 79.136741

Caso 2 Galería	Impedancias componentes simétricas [ $\Omega$ /km]		
	Z0	Z1	Z2

2	0.148668 + j 0.589379	0.015802 + j 0.106417	0.015802 + j 0.106417
---	-----------------------	-----------------------	-----------------------

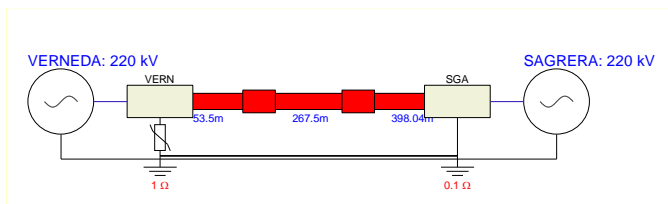
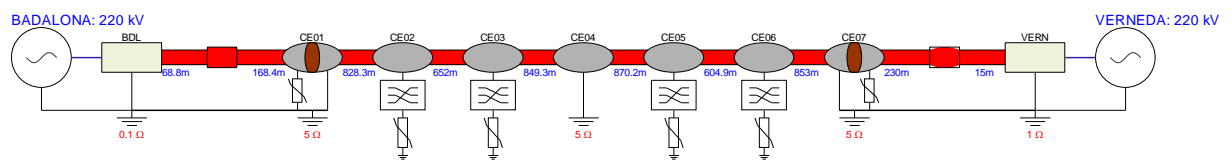
Caso 2 Galería	Secuencia Y [ $\mu\text{S}/\text{km}$ ]		
	Y0	Y1	Y2
2	0.063309 + j 79.136741	0.063309 + j 79.136741	0.063309 + j 79.136741

### 1.2.4 Tensión inducida en las pantallas metálicas

El dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) se realiza conforme al documento "Guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas) Ref. REE/NORM/2017/35 Ed.1.

#### 1.2.4.1 Cálculo de las sobretensiones temporales

El cálculo de las sobretensiones temporales inducidas en las pantallas metálicas de los cables se ha realizado mediante una herramienta informática, desarrollada conjuntamente entre REE y LCOE, específica para realizar dicho cálculo.



## CONSIDERACIONES

En el cálculo de las tensiones inducidas se han considerado los siguientes aspectos:

- Se simula el circuito en su totalidad entre las subestaciones extremas con el sistema de conexionado de pantallas incluido en los planos del presente proyecto.
- Las subestaciones extremas se simulan con sus correspondientes equivalentes Thevenin obtenidos a partir de las corrientes de cortocircuito trifásicas y monofásicas totales en las subestaciones y considerando el aporte a dichos cortocircuitos de la línea objeto del estudio.
- Se han considerado los siguientes valores de resistencias de puesta a tierra:
  - Rt en subestaciones.
    - 0,10  $\Omega$  en SE Badalona
    - 0,10  $\Omega$  en SE Verneda
    - 0,10  $\Omega$  en SE La Sagrera
  - Rt en cámaras de empalme. Valor estimado 5  $\Omega$ .
- Se han considerado 3 escenarios de valores de resistencia de puesta a tierra:
  - 100% de los valores indicados en el punto anterior
  - 150% de los valores indicados en el punto anterior.
  - 50% de los valores indicados en el punto anterior.
- Los tipos de falta simulados son:
  - Cortocircuito monofásico en la SE Badalona
  - Cortocircuito monofásico en la SE Verneda
  - Cortocircuito monofásico en la SE La Sagrera
  - Cortocircuito trifásico en la SE Badalona
  - Cortocircuito trifásico en la SE Verneda

- Cortocircuito trifásico en la SE La Sagrera

Las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas y los aportes de las líneas, en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2020 (H2020), son las siguientes:

<b>CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO H2026</b>				
<b>S.E. BADALONA 220 kV</b>	<b>TRIFÁSICA (kA)</b>		<b>MONOFÁSICA (kA)</b>	
	<b>MOD</b>	<b>ARG</b>	<b>MOD</b>	<b>ARG</b>
I <sub>cc</sub> total en subestación	40.08	-85.88	44.51	-85.50
Aporte L/Badalona-Sagrera	1.04	-91.98	1.42	-92.63
<b>S.E. VERNEDA 220 kV</b>	<b>TRIFÁSICA (kA)</b>		<b>MONOFÁSICA (kA)</b>	
	<b>MOD</b>	<b>ARG</b>	<b>MOD</b>	<b>ARG</b>
I <sub>cc</sub> total en subestación	41.61	-85.86	42.38	-84.49
Aporte L/Verneda-Badalona	33.34	-85.56	32.36	-84.65
Aporte L/Verneda-Sagrera	8.26	-85.54	10.02	-83.96
<b>S.E. LA SAGRERA 220 kV</b>	<b>TRIFÁSICA (kA)</b>		<b>MONOFÁSICA (kA)</b>	
	<b>MOD</b>	<b>ARG</b>	<b>MOD</b>	<b>ARG</b>
I <sub>cc</sub> total en subestación	32.93	-85.43	33.36	-84.18
Aporte L/Badalona-Sagrera	22.91	-85.58	21.29	-84.72

Se muestra a continuación los valores de **tensiones absolutas** obtenidas para cada uno de los accesorios o nudos de las líneas subterráneas:

<b>Tensiones absolutas (kV) por tipo de falta</b>				
<b>Tipo Falta</b>	<b>Nudo</b>	<b>100.0% Rt</b>	<b>150.0% Rt</b>	<b>50.0% Rt</b>
<b>Falta 3F</b>	BDL	0.00	0.00	0.00

<b>Tensiones absolutas (kV) por tipo de falta</b>				
<b>Tipo Falta</b>	<b>Nudo</b>	<b>100.0% Rt</b>	<b>150.0% Rt</b>	<b>50.0% Rt</b>
<b>en BDL</b>	CE01_I	0.18	0.18	0.19
	CE01_D	0.03	0.03	0.03
	CE02	0.36	0.36	0.36
	CE03	0.37	0.37	0.37
	CE04	0.03	0.03	0.03
	CE05	0.38	0.38	0.38
	CE06	0.39	0.39	0.38
	CE07_I	0.05	0.05	0.05
	CE07_D	0.13	0.13	0.12
	VERN	0.02	0.03	0.01
<b>Falta 3F en VERN</b>	BDL	0.01	0.02	0.01
	CE01_I	0.77	0.77	0.77
	CE01_D	0.12	0.12	0.12
	CE02	1.51	1.52	1.50
	CE03	1.55	1.56	1.54
	CE04	0.13	0.14	0.12
	CE05	1.58	1.57	1.59
	CE06	1.61	1.63	1.58
	CE07_I	0.22	0.23	0.22
	CE07_D	0.53	0.55	0.52
VERN	0.08	0.11	0.05	
<b>Falta 1F en BDL</b>	BDL	0.05	0.07	0.02
	CE01_I	0.24	0.24	0.25
	CE01_D	0.39	0.39	0.38
	CE02	0.37	0.37	0.38
	CE03	0.37	0.37	0.38
	CE04	0.14	0.22	0.06
	CE05	0.51	0.57	0.43
	CE06	0.52	0.61	0.42
	CE07_I	0.55	0.66	0.42
	CE07_D	0.37	0.53	0.20
VERN	0.37	0.54	0.19	
<b>Falta 1F en VERN</b>	BDL	0.21	0.31	0.10
	CE01_I	1.03	1.04	1.05
	CE01_D	1.80	1.81	1.76
	CE02	1.64	1.64	1.67
	CE03	1.53	1.55	1.60
	CE04	0.66	1.00	0.29
	CE05	2.24	2.56	1.86
CE06	2.37	2.77	1.89	

Tensiones absolutas (kV) por tipo de falta				
Tipo Falta	Nudo	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt
	CE07_I	2.54	3.07	1.92
	CE07_D	1.71	2.47	0.90
	VERN	1.73	2.48	0.86

Tensiones absolutas (kV) por tipo de falta				
Tipo Falta	Nudo	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt
Falta 3F en SGA	VERN	2.74	2.69	2.84
	SGA	0.06	0.06	0.05
Falta 3F en VERN	VERN	0.84	0.82	0.87
	SGA	0.02	0.02	0.01
Falta 1F en SGA	VERN	3.03	2.84	3.52
	SGA	0.20	0.21	0.17
Falta 1F en VERN	VERN	1.03	0.96	1.21
	SGA	0.08	0.08	0.06

Se muestra a continuación los valores de **tensiones locales** obtenidas para cada uno de los accesorios o nudos de las líneas subterráneas:

Tensiones locales (kV) por tipo de falta				
Tipo Falta	Nudo	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt
Falta 3F en BDL	BDL	0.00	0.00	0.00
	CE01_I	0.20	0.20	0.20
	CE01_D	0.00	0.00	0.00
	CE02	0.36	0.36	0.36
	CE03	0.37	0.37	0.37
	CE04	0.00	0.00	0.00
	CE05	0.38	0.38	0.38
	CE06	0.39	0.39	0.38
	CE07_I	0.00	0.00	0.00
	CE07_D	0.17	0.17	0.17
	VERN	0.00	0.00	0.00
Falta 3F en VERN	BDL	0.00	0.00	0.00
	CE01_I	0.85	0.85	0.85
	CE01_D	0.00	0.00	0.00

<b>Tensiones locales (kV) por tipo de falta</b>				
<b>Tipo Falta</b>	<b>Nudo</b>	<b>100.0% Rt</b>	<b>150.0% Rt</b>	<b>50.0% Rt</b>
	CE02	1.51	1.52	1.50
	CE03	1.55	1.56	1.54
	CE04	0.00	0.00	0.00
	CE05	1.58	1.57	1.59
	CE06	1.61	1.63	1.58
	CE07_I	0.00	0.00	0.00
	CE07_D	0.73	0.73	0.73
	VERN	0.00	0.00	0.00
<b>Falta 1F en BDL</b>	BDL	0.00	0.00	0.00
	CE01_I	0.63	0.63	0.63
	CE01_D	0.00	0.00	0.00
	CE02	0.37	0.37	0.38
	CE03	0.37	0.37	0.38
	CE04	0.00	0.00	0.00
	CE05	0.51	0.57	0.43
	CE06	0.52	0.61	0.42
	CE07_I	0.00	0.00	0.00
	CE07_D	0.49	0.49	0.49
VERN	0.00	0.00	0.00	
<b>Falta 1F en VERN</b>	BDL	0.00	0.00	0.00
	CE01_I	2.81	2.81	2.82
	CE01_D	0.00	0.00	0.00
	CE02	1.64	1.64	1.67
	CE03	1.53	1.55	1.60
	CE04	0.00	0.00	0.00
	CE05	2.24	2.56	1.86
	CE06	2.37	2.77	1.89
	CE07_I	0.00	0.00	0.00
	CE07_D	2.23	2.23	2.23
	VERN	0.00	0.00	0.00

<b>Tensiones locales (kV) por tipo de falta</b>				
<b>Tipo Falta</b>	<b>Nudo</b>	<b>100.0% Rt</b>	<b>150.0% Rt</b>	<b>50.0% Rt</b>
<b>Falta 3F en SGA</b>	VERN	2.89	2.89	2.88
	SGA	0.00	0.00	0.00
<b>Falta 3F en VERN</b>	VERN	0.89	0.89	0.88
	SGA	0.00	0.00	0.00
<b>Falta 1F en SGA</b>	VERN	4.64	4.68	4.52
	SGA	0.00	0.00	0.00
<b>Falta 1F en VERN</b>	VERN	1.63	1.65	1.59
	SGA	0.00	0.00	0.00

### 1.2.4.2 Selección LTP's en función de las sobretensiones temporales

El criterio de selección del LTP en función de las sobretensiones temporales es el siguiente:

$$U_r \geq CS_{temp} \cdot U_{temp\_max\_local}$$

Donde:

$U_r (kV_{rms})$  Tensión asignada del limitador de tensión en pantallas (LTP).

$U_{(temp\_max\_local)} (kV_{rms})$  Sobretensión temporal máxima local que debe soportar el LTP obtenido mediante cálculo para los diferentes escenarios de cortocircuito estudiados.

$CS_{(temp)} \geq 1,10$  Coeficiente de seguridad que tiene en cuenta las posibles variaciones en las hipótesis de cálculo consideradas, como por ejemplo, el incremento en el futuro de las intensidades de cortocircuito de la Red de Transporte.

A continuación, para el caso más desfavorable, se muestran los valores máximos de las sobretensiones temporales locales obtenidas para cada uno de los accesorios o nudos de la línea subterránea y se comprueba que se cumple con el requisito indicado anteriormente.

Nudo	U <sub>temp_max_local</sub> por tipo de falta (kV <sub>rms</sub> )			U <sub>temp_max_local</sub> por variación de Rt (kV <sub>rms</sub> )	U <sub>temp_max_local</sub> X CS <sub>temp</sub> (kV <sub>rms</sub> )
	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt		
BDL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CE01_I	2.81	2.81	2.82	2.82	3.10
CE01_D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CE02	1.64	1.64	1.67	1.67	1.84
CE03	1.55	1.56	1.60	1.60	1.76
CE04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CE05	2.24	2.56	1.86	2.56	2.82
CE06	2.37	2.77	1.89	2.77	3.05
CE07_I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CE07_D	2.23	2.23	2.23	2.23	2.46
VERN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nudo	U <sub>temp_max_abs</sub> por tipo de falta (kV <sub>rms</sub> )			U <sub>temp_max_abs</sub> por variación de Rt (kV <sub>rms</sub> )	U <sub>temp_max_abs</sub> X CS <sub>temp</sub> (kV)
	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt		10%
VERN	4.64	4.68	4.52	4.68	5.15
SGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 1.2.4.3 Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables en función de las sobretensiones temporales.

Para comprobar que las cubiertas exteriores de los cables soportan las sobretensiones temporales se debe cumplir:

$$U_{rw\_AC} \geq CS_{temp} \cdot U_{temp\_max\_abs}$$

Donde:

$U_{rw\_AC}$  (kV<sub>rms</sub>) Tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable = 20 KVrms

$U_{(temp,max,abs)}$  (kV<sub>rms</sub>) Sobretensión temporal máxima absoluta que debe soportar la cubierta exterior de los cables obtenida mediante cálculo para los diferentes escenarios de cortocircuito estudiados

$CS_{(temp)} \geq 1,10$  Coeficiente de seguridad que tiene en cuenta las posibles variaciones en las hipótesis de cálculo consideradas, como por ejemplo, el incremento en el futuro de las intensidades de cortocircuito de la Red de Transporte.

A continuación, para el caso más desfavorable, se muestran los valores máximos de las tensiones absolutas obtenidos para cada uno de los accesorios o nudos de la línea subterránea y se comprueba que se cumple con el requisito indicado anteriormente.

Nudo	U <sub>temp_max_local</sub> por tipo de falta (kV <sub>rms</sub> )			U <sub>temp_max_local</sub> por variación de Rt (kV <sub>rms</sub> )	U <sub>temp_max_local</sub> X CS <sub>temp</sub> (kV <sub>rms</sub> )
	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt		
BDL	0.21	0.31	0.10	0.31	0.34
CE01_I	1.03	1.04	1.05	1.05	1.16
CE01_D	1.80	1.81	1.76	1.81	1.99
CE02	1.64	1.64	1.67	1.67	1.84
CE03	1.55	1.56	1.60	1.60	1.76
CE04	0.66	1.00	0.29	1.00	1.10
CE05	2.24	2.56	1.86	2.56	2.82
CE06	2.37	2.77	1.89	2.77	3.05
CE07_I	2.54	3.07	1.92	3.07	3.38
CE07_D	1.71	2.47	0.90	2.47	2.72
VERN	1.73	2.48	0.86	2.48	2.73

Nudo	U <sub>temp_max_abs</sub> por tipo de falta (kV <sub>rms</sub> )			U <sub>temp_max_abs</sub> por variación de Rt (kV <sub>rms</sub> )	U <sub>temp_max_abs</sub> X CS <sub>temp</sub> (kV)
	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt		
VERN	4.64	4.68	4.52	4.68	5.15
SGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

#### 1.2.4.4 Selección de LTP's en función de las sobretensiones transitorias

Los limitadores de tensión en las pantallas (LTP's) deberán tener un valor de tensión residual,  $U_{res}$ , para una intensidad nominal de descarga de  $I_n=10$  kA en impulsos de tensión tipo rayo 8/20  $\mu$ s, y estar conectados con las cajas de conexión de pantallas con una longitud L y L' tales que:

$$U_{cw} \geq U_{transitoria\_max} = f(U_{res}, L, L')$$

Donde:

$$U_{cw} (kV_p)$$

Tensión soportada de coordinación

$$U_{transitoria.max} (kV_p)$$

Sobretensión transitoria máxima obtenida en el accesorio protegido con LTP

$U_{res}(kV_p)$  Tensión residual del limitador de tensión en pantallas (LTP). Valor de cresta de la tensión que aparece entre bornes del LTP durante el paso de la corriente de descarga tipo rayo 8/20  $\mu$ s

$L(m)$  Longitud del cable de conexión de pantallas que conecta el accesorio con la caja de conexión de pantallas donde se encuentra instalado el LTP

$L'(m)$  Longitud del cable adicional que conecta la caja de conexión de pantallas con la red de tierras local de la instalación o la estructura del apoyo de paso aéreo-subterráneo (apoyo PAS)

La tensión soportada de coordinación viene determinada por:

$$U_{cv} \leq \frac{U_{rw}}{1 + PM_s}$$

Donde:

$U_{cv}(kV_p)$  Tensión soportada de coordinación

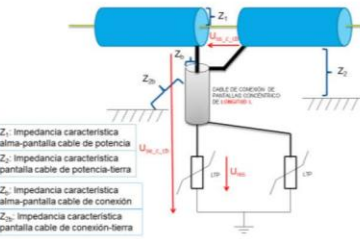
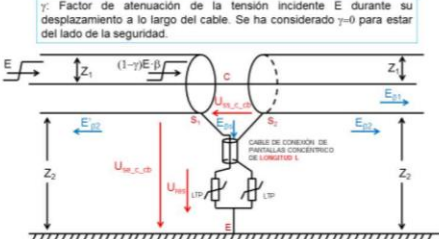
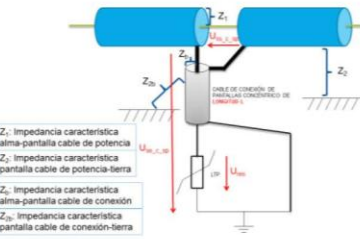
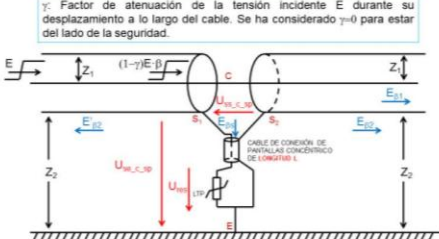
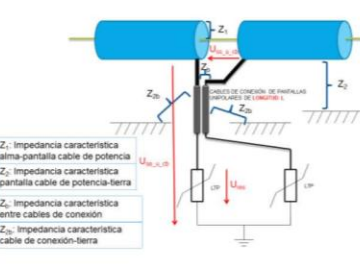
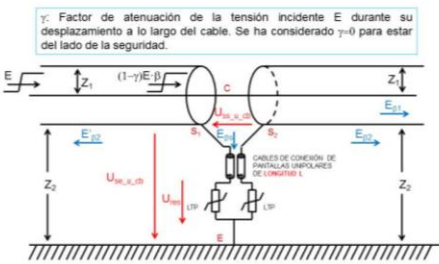
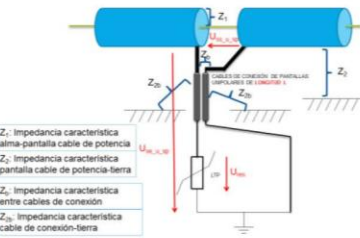
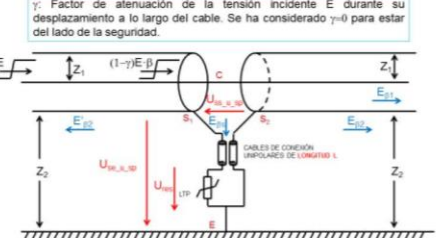
$PM_s \geq 15$  Margen de protección para el aislamiento de las cubiertas exteriores de los cables aislados, para el aislamiento de la interrupción de las pantallas metálicas en los empalmes seccionados y para el aislamiento de las pantallas metálicas en los terminales

$U_{rw}(kV_p)$  Tensión soportada nominal según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Empalmes seccionados				Terminales y cubierta exterior	
	Aislamiento entre interrupción de pantallas metálicas		Aislamiento entre pantalla metálica del cable y tierra		Aislamiento entre pantalla metálica del cable y tierra	
	$U_{rw}=U_{rw_{ss}}$ (kV <sub>p</sub> )	$U_{cw}=U_{cw_{ss}}$ (kV <sub>p</sub> )	$U_{rw}=U_{rw_{se}}$ (kV <sub>p</sub> )	$U_{cw}=U_{cw_{se}}$ (kV <sub>p</sub> )	$U_{rw}=U_{rw_{se}}$ (kV <sub>p</sub> )	$U_{cw}=U_{cw_{se}}$ (kV <sub>p</sub> )
66	60	52,2	30	26,1	30	26,1
132	75	65,2	37,5	32,6	37,5	32,6
220	95	82,6	47,5	41,3	47,5	41,3

La sobretensión transitoria en las pantallas metálicas de los cables aislados,  $U_{transitoria\_max}$ , se determina mediante las siguientes expresiones analíticas:

**RESUMEN DE FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LAS SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DE ORIGEN ATMOSFÉRICO EN LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS**

Tipo de accesorio	Conexionado de pantallas	Esquema de impedancias	Esquema de sobretensiones	Fórmulas para el cálculo de las sobretensiones transitorias
Empalme seccionado con cable concéntrico	Cross-bonding	 <p> <math>Z_1</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia  <math>Z_2</math>: Impedancia característica pantalla cable de potencia-tierra  <math>Z_3</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de conexión  <math>Z_{30}</math>: Impedancia característica pantalla cable de conexión-tierra                 </p>	<p><math>\gamma</math>: Factor de atenuación de la tensión incidente E durante su desplazamiento a lo largo del cable. Se ha considerado <math>\gamma=0</math> para estar del lado de la seguridad.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobretensión entre pantallas</li> <math display="block">U_{ss\_c\_cb} = 1,035 \cdot \left( 2 \cdot U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{Lk_c \cdot L_{b,c}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right) \quad (13)</math> <li>Sobretensión entre pantalla y tierra</li> <math display="block">U_{ss\_c\_cb} = K_{emp\_cb} \cdot U_{ss\_c\_cb} = 0,75 \cdot 1,035 \cdot \left( 2 \cdot U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{Lk_c \cdot L_{b,c}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right) \quad (14)</math> </ul>
	Single-Point	 <p> <math>Z_1</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia  <math>Z_2</math>: Impedancia característica pantalla cable de potencia-tierra  <math>Z_3</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de conexión  <math>Z_{30}</math>: Impedancia característica pantalla cable de conexión-tierra                 </p>	<p><math>\gamma</math>: Factor de atenuación de la tensión incidente E durante su desplazamiento a lo largo del cable. Se ha considerado <math>\gamma=0</math> para estar del lado de la seguridad.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobretensión entre pantallas</li> <math display="block">U_{ss\_c\_sp} = 1,035 \cdot \left( U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{Lk_c \cdot L_{b,c}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right) \quad (15)</math> <li>Sobretensión entre pantalla y tierra</li> <math display="block">U_{ss\_c\_sp} = K_{emp\_sp} \cdot U_{ss\_c\_cb} = 0,9 \cdot 1,035 \cdot \left( U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{Lk_c \cdot L_{b,c}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right) \quad (16)</math> </ul>
Empalme seccionado con cable unipolar	Cross-bonding	 <p> <math>Z_1</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia  <math>Z_2</math>: Impedancia característica pantalla cable de potencia-tierra  <math>Z_3</math>: Impedancia característica entre cables de conexión  <math>Z_{30}</math>: Impedancia característica cable de conexión-tierra                 </p>	<p><math>\gamma</math>: Factor de atenuación de la tensión incidente E durante su desplazamiento a lo largo del cable. Se ha considerado <math>\gamma=0</math> para estar del lado de la seguridad.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobretensión entre pantallas</li> <math display="block">U_{ss\_u\_cb} = 2 \cdot U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b,u}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \quad (17)</math> <li>Sobretensión entre pantalla y tierra</li> <math display="block">U_{ss\_u\_cb} = K_{emp\_cb} \cdot U_{ss\_u\_cb} = 0,75 \cdot \left( 2 \cdot U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b,u}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right) \quad (18)</math> </ul>
	Single-Point	 <p> <math>Z_1</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia  <math>Z_2</math>: Impedancia característica pantalla cable de potencia-tierra  <math>Z_3</math>: Impedancia característica entre cables de conexión  <math>Z_{30}</math>: Impedancia característica cable de conexión-tierra                 </p>	<p><math>\gamma</math>: Factor de atenuación de la tensión incidente E durante su desplazamiento a lo largo del cable. Se ha considerado <math>\gamma=0</math> para estar del lado de la seguridad.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobretensión entre pantallas</li> <math display="block">U_{ss\_u\_sp} = U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b,u}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \quad (19)</math> <li>Sobretensión entre pantalla y tierra</li> <math display="block">U_{ss\_u\_sp} = K_{emp\_sp} \cdot U_{ss\_u\_sp} = 0,9 \cdot \left( U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b,u}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right) \quad (20)</math> </ul>

RESUMEN DE FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LAS SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DE ORIGEN ATMOSFÉRICO EN LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS					
Tipo de accesorio	Conexionado de pantallas	Esquema de impedancias	Esquema de sobretensiones	Fórmulas para el cálculo de las sobretensiones transitorias	
Terminales GIS con cable unipolar	Single-Point	<p> <math>Z_1</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia  <math>Z_2</math>: Impedancia característica pantalla cable de potencia-tierra  <math>Z_3</math>: Impedancia característica conducto-envolvente GIS  <math>Z_4</math>: Impedancia característica envolvente GIS-tierra  <math>Z_5</math>: Impedancia característica cable de conexión-tierra  <math>Z_6</math>: Impedancia característica cable de conexión adicional-tierra         </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobretensión entre pantalla y tierra</li> </ul> $U_{se\_G} = U_{res} + \frac{\beta_G \cdot \beta_{0G}}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b\_u\_G}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} + U_{ad\_G} \quad (21)$ $U_{ad\_G} = \frac{K_{BB\_G} \cdot \beta_G \cdot \beta_{0G}}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L'_{b\_u\_G}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \quad (22)$	
Terminales exteriores con cable unipolar en soporte	Single-Point	<p> <math>Z_1</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia  <math>Z_2</math>: Impedancia característica pantalla cable de potencia-estructura  <math>Z_3</math>: Impedancia característica cable de conexión - estructura  <math>Z_4</math>: Impedancia característica cable de conexión adicional - estructura  <math>Z_5</math>: Impedancia característica entre estructura-tierra         </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobretensión entre pantalla y tierra</li> </ul> $U_{se\_O} = U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b\_u\_O}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} + U_{ad\_O} \quad (23)$ $U_{ad\_O} = \frac{K_{BB\_O} \cdot \beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L'_{b\_u\_O}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \quad (24)$	
Terminales exteriores con cable unipolar en apoyo PAS	Single-Point	<p> <math>Z_1</math>: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia  <math>Z_2</math>: Impedancia característica pantalla cable de potencia-estructura  <math>Z_3</math>: Impedancia característica cable de conexión - estructura  <math>Z_4</math>: Impedancia característica cable de conexión adicional - estructura  <math>Z_5</math>: Impedancia característica entre estructura-tierra  <math>Z_6</math>: Impedancia característica del cable de conexión de la caja centralizadora de tierras con la red de tierras del apoyo         </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobretensión entre pantalla y tierra</li> </ul> $U_{se\_PAS} = U_{res} + \frac{\beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b\_u\_PAS}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} + U_{ad\_PAS} \quad (25)$ $U_{ad\_PAS} = \frac{K_{BB\_PAS} \cdot \beta_0}{(1+PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L'_{b\_u\_PAS}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \quad (26)$	

#### 1.2.4.5 LTP's a instalar

Los LTP's a instalar en la línea del presente proyecto serán los indicados en la siguiente tabla siempre y cuando se cumpla con las longitudes de los cables de conexión de pantallas normalizadas por REE.

<b>CIRCUITO</b>	<b>UBICACIÓN CAJA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS</b>	<b>MÁXIMA TENSIÓN INDUCIDA EN PANTALLAS (kV)</b>	<b>TENSIÓN ASIGNADA LTP (kV)</b>
Badalona– Verneda 220 kV	CE07_D	2,23	5
Badalona– La Sagrera 220 kV	VERN	4,68	6

# red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

DOCUMENTO 3  
PLANOS

## DOCUMENTO Nº 3 PLANOS

Este documento consta de los planos indicados:

	<u>Nº DE PLANO</u>	<u>EDICIÓ N</u>	<u>FECHA</u>
<u>PLANTA GENERAL</u>			
PLANO DE PLANTA GENERAL	J-0Z48-L2693 L001	0	ene-26
<u>PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA (2 Hojas)</u>			
PLANO DE PLANTA Y PERFIL	J-0Z48-L2693 L002	0	ene-26
<u>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</u>			
ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE PANTALLAS	J-0Z48-L2693 L004	0	ene-26
<u>ZANJAS</u>			
ZANJA TIPO ENTUBADA 220 KV. DOBLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO	J-0Z48-L2693 V002	0	nov-25
ZANJA TIPO ENTUBADA 220 KV. SIMPLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO	J-0Z48-L2693 V003	0	nov-25
<u>CÁMARAS DE EMPALME</u>			
CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA REGISTRABLE MONOBLOQUE DC 220 kV	LSC009	F	jul-22
<u>PLANOS DETALLE TELECOMUNICACIONES</u>			
ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES	LST003	D	jul-22
ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 6 MONOTUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS	LST008	0	oct-22
ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 3 MONOTUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS	LST009	0	oct-22
<u>MANDRILES</u>			
MANDRIL PARA TUBO DE Ø250	LSMA001	E	ago-22
MANDRIL PARA TUBO DE Ø160	LSMA003	B	ago-22
MANDRIL PARA TUBO DE Ø110	LSMA004	E	ago-22

MANDRIL PARA TUBO DE Ø40 PARA TENDIDO MANUAL O MEDIANTE CABRESTANTE	LSMA005	C	ago-22
---	---------	---	--------

SEPARADORES

SEPARADOR PARA 3 TUBOS DE Ø250 Y 2 TUBOS DE Ø110 Y TESTIGO SOPORTE PARA TUBO Ø160	LSSE010	0	oct-22
---	---------	---	--------

SOPORTES METÁLICOS

BRIDA METÁLICA TRIPOLAR	LSS016	A	jul-22
-------------------------	--------	---	--------

SOPORTE PARED GALERÍA PARA BRIDA TRIPOLAR	J-0Z48 L2693 V004	0	nov 25
---	-------------------	---	--------

SOPORTE PARED GALERÍA PARA BRIDA TRIPOLAR CON PERFILES EMBEBIDOS EN PARED	J-0Z48-L2693 V005	0	nov 25
---	-------------------	---	--------

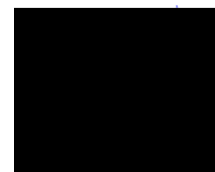
VARIOS


SECUENCIA DE ORDEN DE TENDIDO DE LOS CABLES DE POTENCIA	J-0Z48-L2693 V001	0	nov-25
---	-------------------	---	--------

DETALLE ENTRADA Y SALIDA A SUBESTACIÓN	J-0Z48-L2693 V006	0	dic-25
--	-------------------	---	--------

Barcelona, febrero de 2026

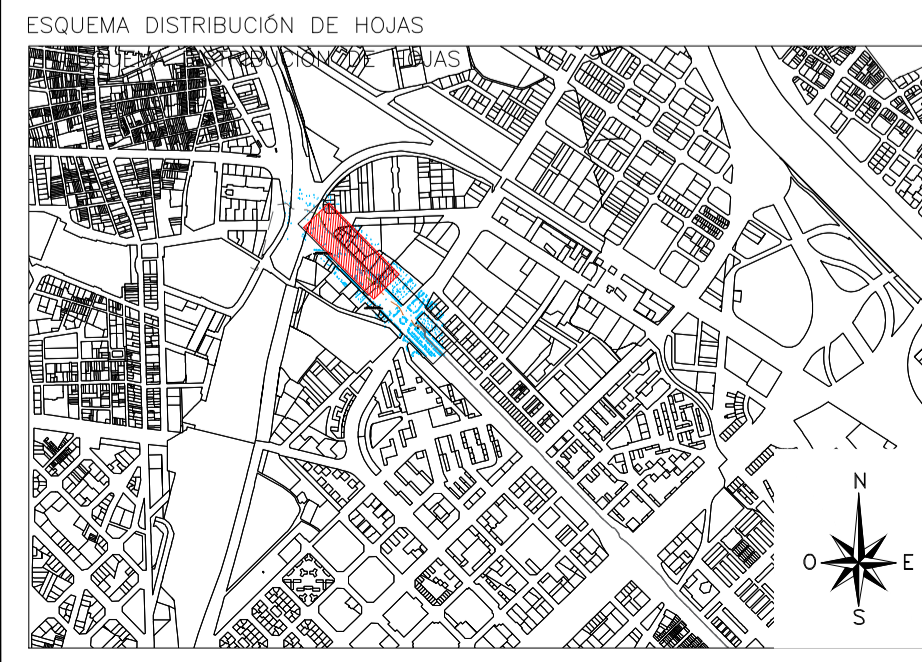
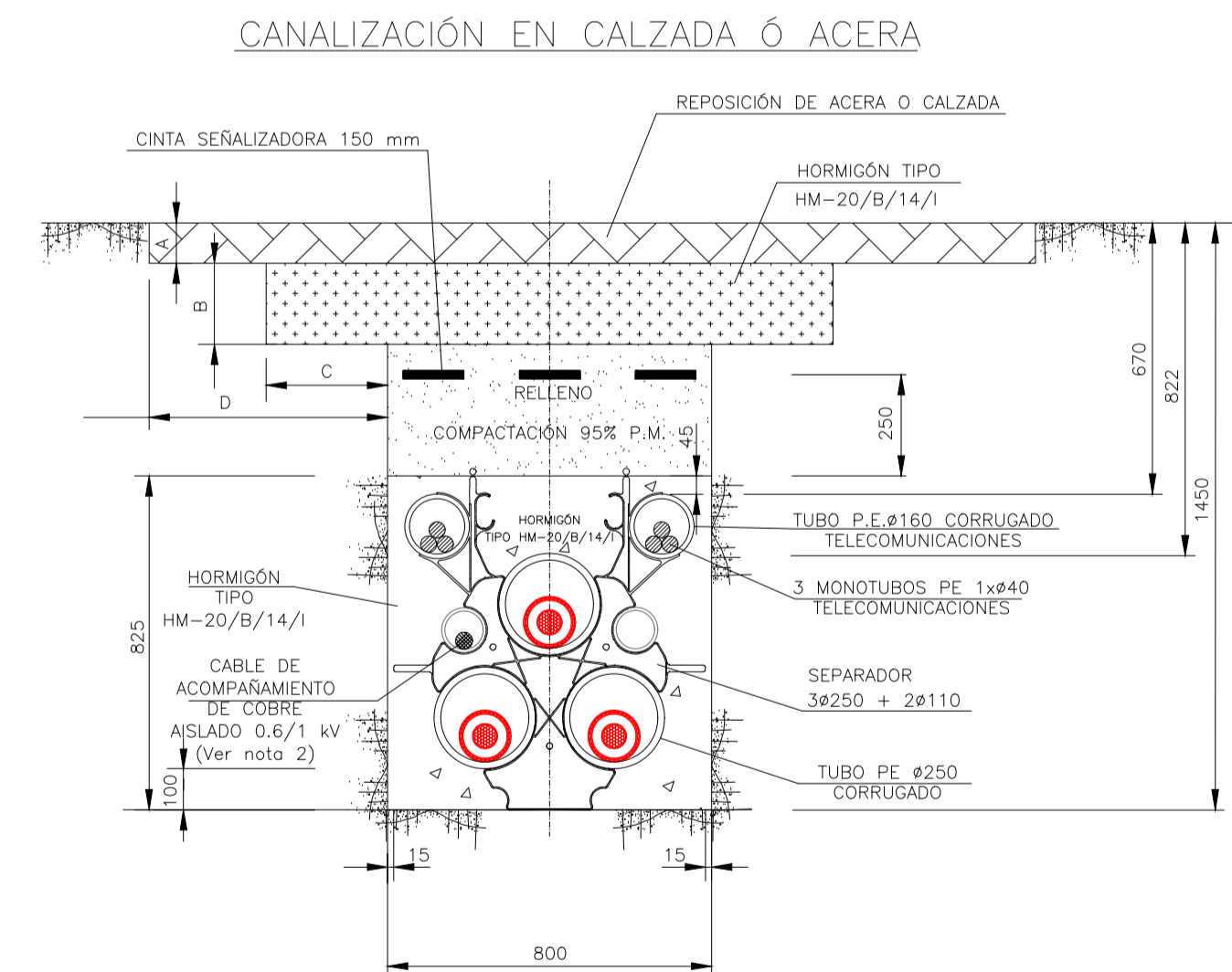
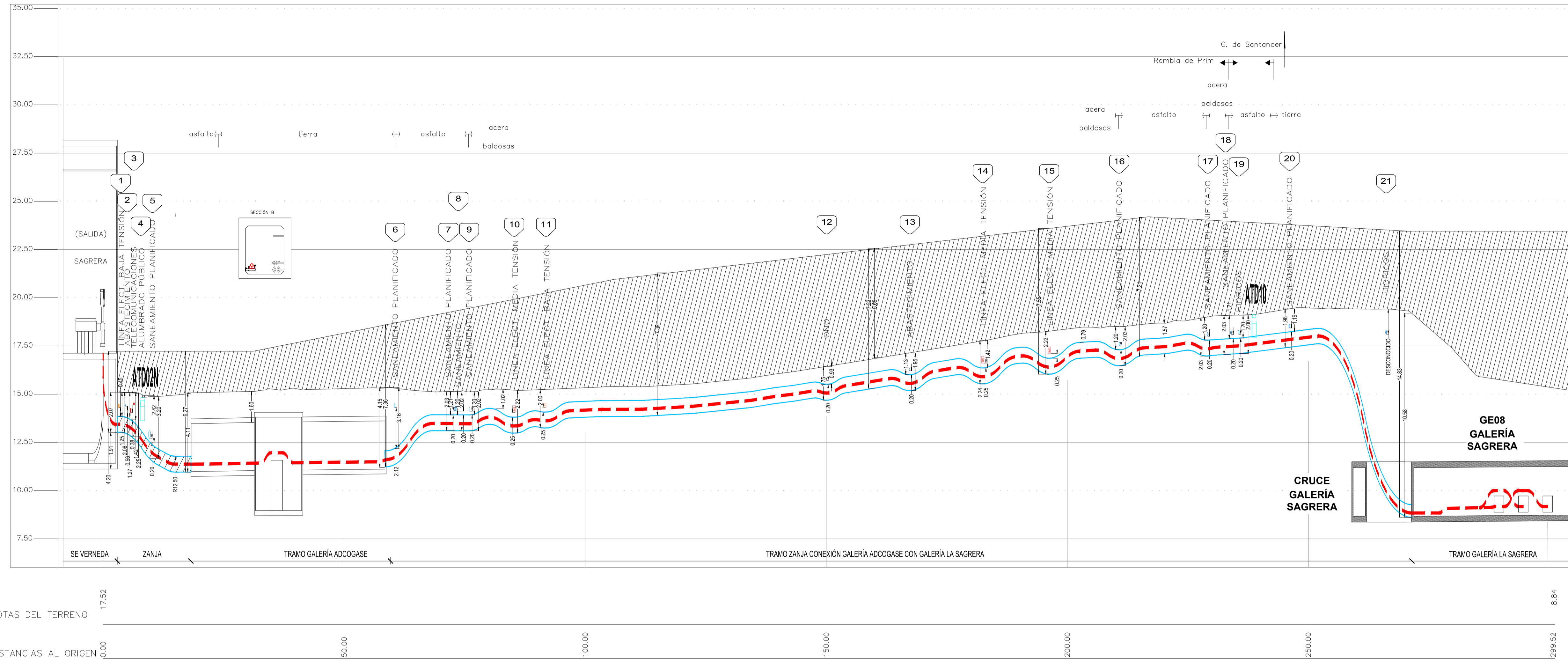
Firmado por el ingeniero:



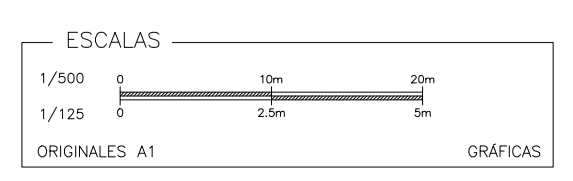
Colegiado del COIIM 





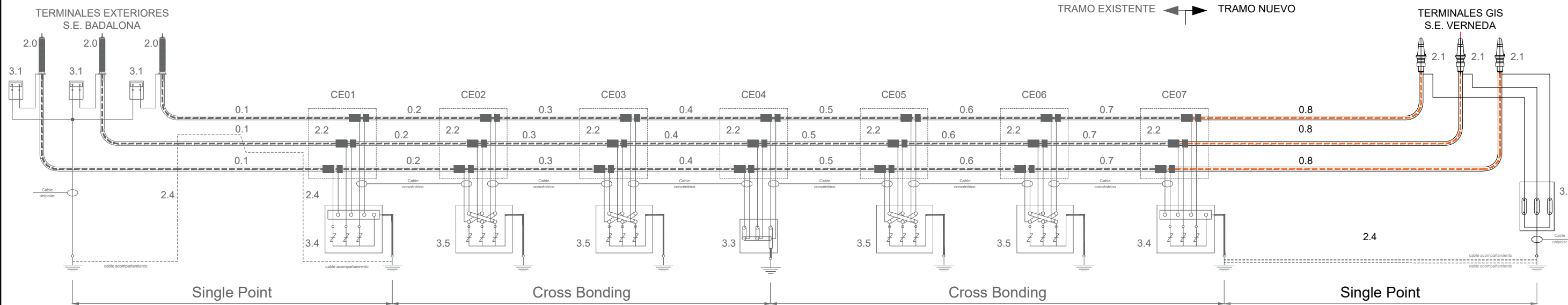


- LEYENDA PERFIL**
- TERRENO-PLANIFICADO A FUTURO
  - ZANJA SIMPLE CIRCUITO PERFIL
  - CABLE SIMPLE CIRCUITO EXISTENTE (BDL-SGA)
  - CABLE SIMPLE CIRCUITO (BDL-VERN)
  - CABLE SIMPLE CIRCUITO (SGA-VERN)
  - Nº CRUCE SEGUN MEMORIA PROYECTO
  - CAMERA PREPARADORA REGISTRABLE MONOLITICA DE 220V S/P 1500W-F
  - ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES
- LEYENDA PLANTA**
- ZANJA EXISTENTE, NUEVO CIRCUITO (SGA-VERN)
  - ZANJA SIMPLE CIRCUITO PLANTA (SGA-VERN)
  - ZANJA EXISTENTE, NUEVO CIRCUITO (BDL-VERN)
  - ZANJA SIMPLE CIRCUITO PLANTA (BDL-VERN)
  - ZANJA SIMPLE CIRCUITO PLANTA (SGA-VERN)
  - CABLE SIMPLE CIRCUITO (SGA-VERN) EN GALERIA
  - CABLE SIMPLE CIRCUITO (BDL-VERN) EN GALERIA
  - CAMERA PREPARADORA REGISTRABLE MONOLITICA DE 220V S/P 1500W-F
  - ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES
- LEYENDA SERVICIOS**
- Red Electrica BT
  - Red Electrica MT
  - Red Electrica AT
  - Red Saneamiento
  - Red Agua
  - Red Vodafone/Ono
  - Red Alumbrado Público
  - Red Nedgia
  - Red Telefónica
  - Red Fibra
  - Red Hidricos
  - Red Saneamiento Planificado
  - Cable Eléctrico detectado con Georadar
  - Pluiviosos
  - Servicio desconocido
  - Depósito Saneamiento Planificado



**PLANTA**  
 ESCALA 1/500  
 \*Los servicios afectados reflejados en este documento, tener un valor orientativo.



0	ene-26	IM3	R.E.	CREACIÓN DE PLANO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
red eléctrica				INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA BADALONA-SAGRERA	
TÍTULO				PLANO DE PLANTA Y PERFIL	TRAMO SGA-VERN
COORD.				ETR589	HUBO 31
CODIGO				J-0248-L2693	
A1				V=1:125 H=1:500	
Nº				L002	HOJA 2 DE 2



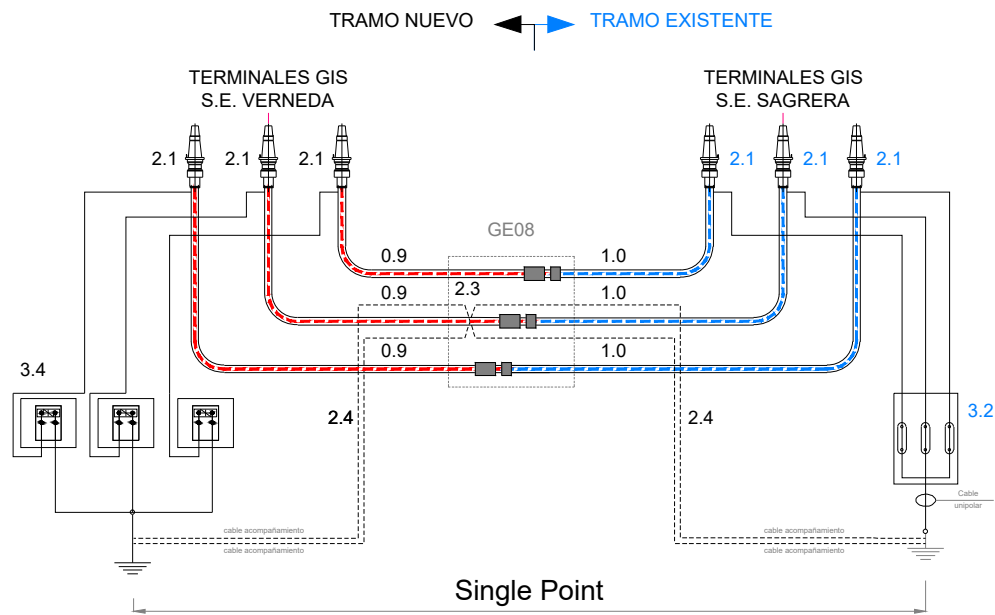
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo o en parte, está prohibido sin el consentimiento escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no garantiza ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

REF.	TIPO	SEC./TENSIÓN	LONGITUD TRAZA	LONGITUD CABLE
0.8	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈208m	≈228m
0.7	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈834m	≈853m
0.6	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈588m	≈605m
0.5	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈851m	≈870m
0.4	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈830m	≈849m
0.3	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈635m	≈652m
0.2	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈800m	≈828m
0.1	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈218m	≈238m
CABLE				

3.5	CAJA CROSSBONDING CON DESCARGADORES	CCP-3-X-C
3.4	CAJA DE CONEXIÓN UNIPOLAR DE PoT DIRECTA CON DESCARGADORES	CCP-1-D-U
3.3	CAJA DE CONEXIÓN TRIPOLAR DE PoT DIRECTA CABLE CONCÉNTRICO	CCP-3-TT-C
3.2	CAJA DE CONEXIÓN TRIPOLAR DE PoT DIRECTA CABLE UNIPOLAR	CCP-3-T-U
3.1	CAJA DE CONEXIÓN UNIPOLAR DE PoT DIRECTA CABLE UNIPOLAR	CCP-1-T-U
2.4	CABLE EQUIPOTENCIAL	CABSP-U 240Cu-AS XLPE
2.3	EMPALME CONTINUO	EMP-CON 245 2000MCu+T/2000MCu+H 50kA
2.2	EMPALME SECCIONADO	EMP-SEC 245 2000MCu+T/2000MCu+T 50kA
2.1	TERMINAL GIS	TER-GIS 245 2000MCu+T 50kA
2.0	TERMINAL EXTERIOR	TER-EXT 245-AF P-IV 2000MCu+T 50kA XLPE
REF.	DESIGNACIÓN	TIPO
ACCESORIOS		

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN			
0	ene-26	IM3	R.E.	CREACIÓN DE PLANO			
				INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA BADALONA-SAGRERA			
				TÍTULO	ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE PANTALLAS TRAMO BDL-VERN		
				COORD.	ETRS89	HUSO	31
				CODIGO	J-0Z48-L2693		
A3		S/E					
Nº	L004	HOJA 1 DE 2					

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo o en parte, está prohibido salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

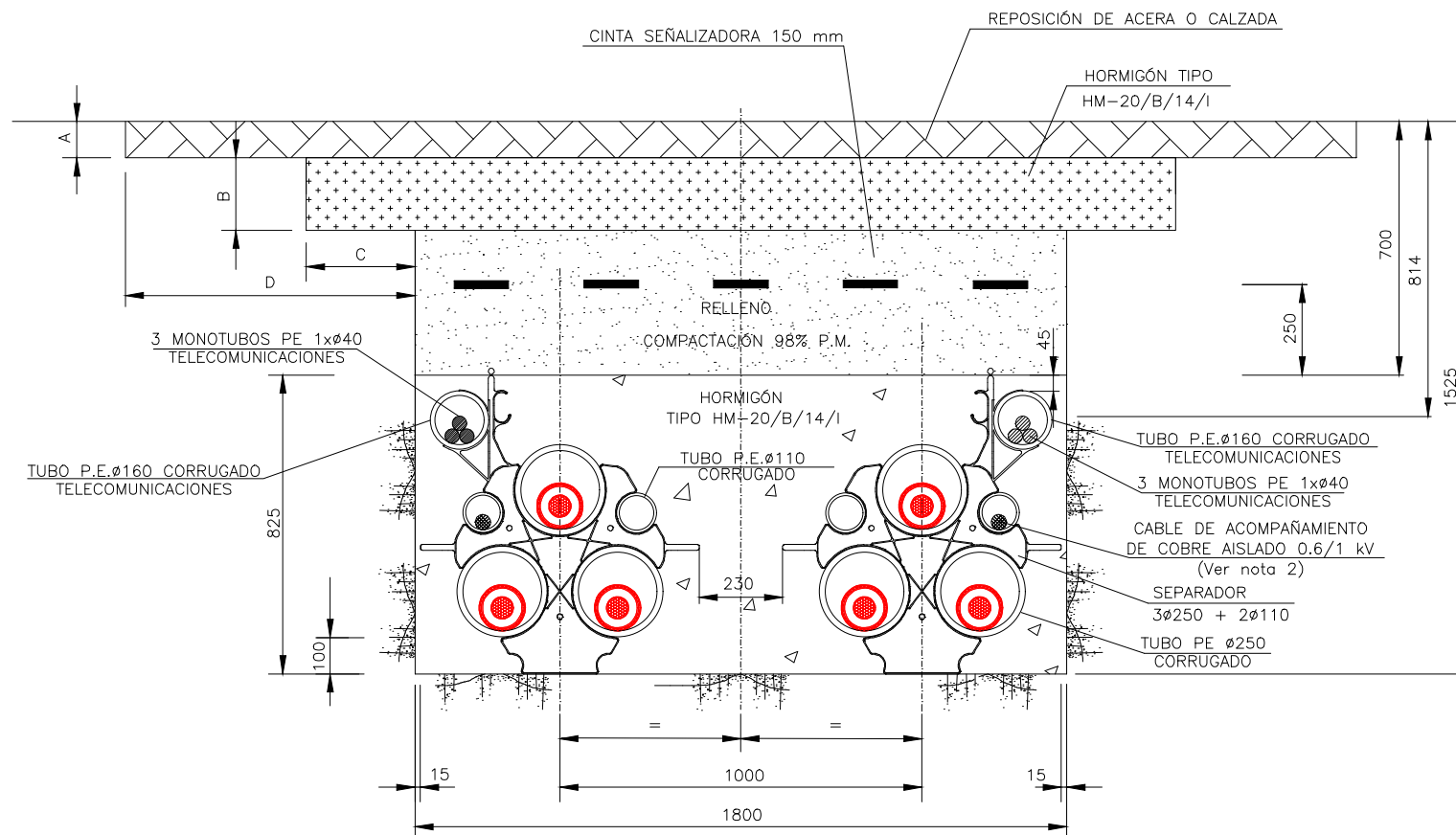


1.0	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈372m	≈416m
0.9	RHZ1-RA+20L(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al	1x2000/220kV	≈312m	≈332m
REF.	TIPO	SEC./TENSIÓN	LONGITUD TRAZA	LONGITUD CABLE
CABLE				

3.5	CAJA CROSSBONDING CON DESCARGADORES	CCP-3-X-C
3.4	CAJA DE CONEXIÓN UNIPOLAR DE P <sub>oT</sub> DIRECTA CON DESCARGADORES	CCP-1-D-U
3.3	CAJA DE CONEXIÓN TRIPOLAR DE P <sub>oT</sub> DIRECTA CABLE CONCÉNTRICO	CCP-3-TT-C
3.2	CAJA DE CONEXIÓN TRIPOLAR DE P <sub>oT</sub> DIRECTA CABLE UNIPOLAR	CCP-3-T-U
3.1	CAJA DE CONEXIÓN UNIPOLAR DE P <sub>oT</sub> DIRECTA CABLE UNIPOLAR	CCP-1-T-U
2.4	CABLE EQUIPOTENCIAL	CABSP-U 240Cu-AS XLPE
2.3	EMPALME CONTINUO	EMP-CON 245 2000MCu+T/2000MCu+H 50kA
2.2	EMPALME SECCIONADO	EMP-SEC 245 2000MCu+T/2000MCu+T 50kA
2.1	TERMINAL GIS	TER-GIS 245 2000MCu+T 50kA
2.0	TERMINAL EXTERIOR	TER-EXT 245-AF P-IV 2000MCu+T 50kA XLPE
REF.	DESIGNACIÓN	TIPO
ACCESORIOS		

0	ene-26	IM3	R.E.	CREACIÓN DE PLANO		
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN		
				INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA BADALONA-SAGRERA		
				TÍTULO ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE PANTALLAS TRAMO SGA-VERN		
				COORD.	ETRS89	HUSO 31
				CODIGO	J-0Z48-L2693	
A3	S/E					
Nº	L004	HOJA 2 DE 2				

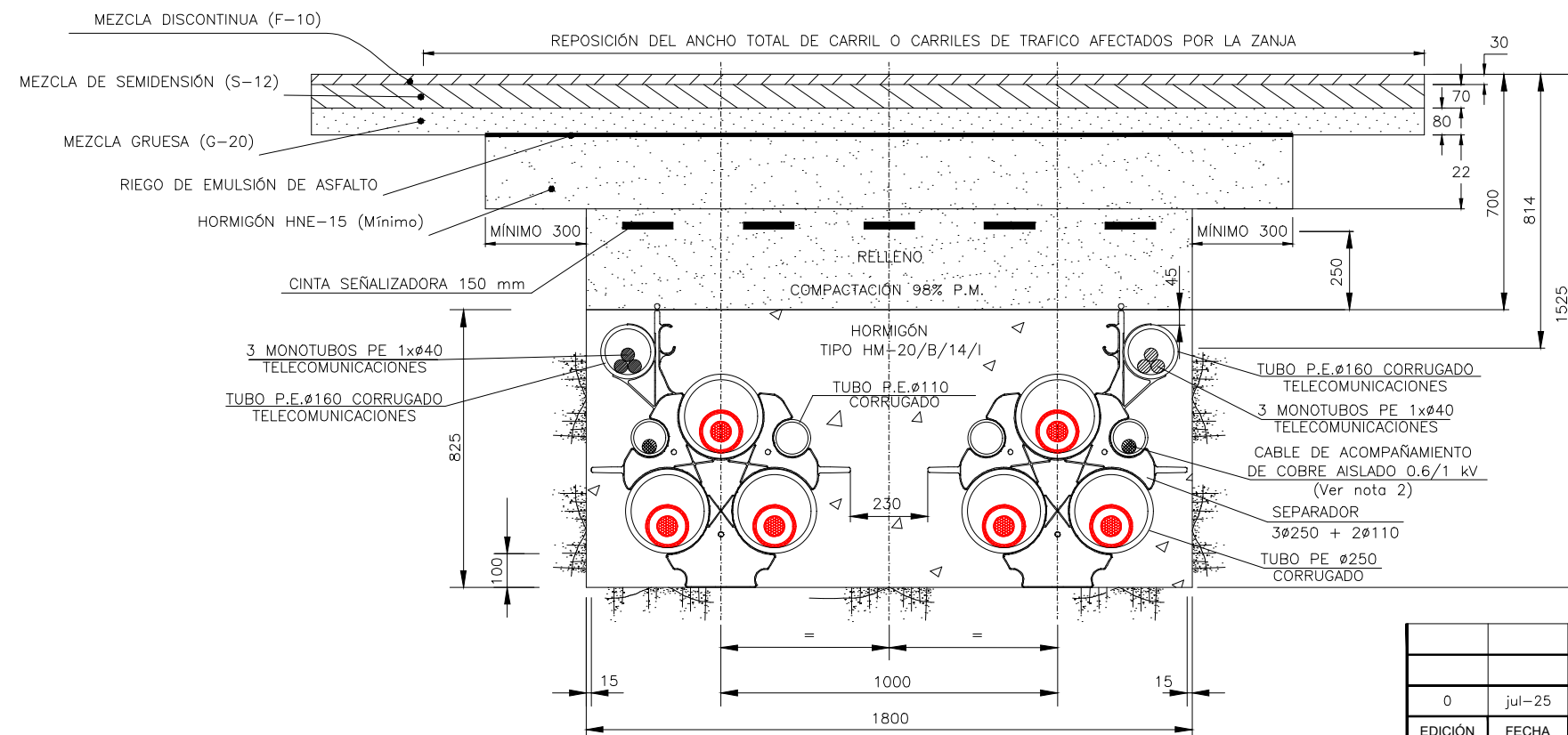
## CANALIZACIÓN EN ACERA




### NOTAS:

1. La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demás organismos afectados definiéndose las cotas "A", "B", "C" y "D".
2. En todos los tipos de conexionado de pantallas se realizará la transposición de los dos tubos de acompañamiento Ø110 mm por encima del tubo de Ø250 mm en una longitud de 6 m en el 50% del recorrido de cada tramo entre accesorios.
3. Los tubos corrugados PE Ø250 mm serán de color exterior rojo según ET140.
4. Los tubos corrugados PE Ø110 mm serán de color exterior verde según ET140.
5. El monotubo de telecomunicaciones 1xØ40 será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.
3. Radio de curvatura mínimo de la canalización 12,5 m.
4. El separador de los tubos se instalará cada 1 m.
5. En el interior de cada tubo de los cables de potencia o cables de acompañamiento se instalará una cuerda guía de Ø≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg.
6. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos de telecomunicaciones se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
7. No será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos de telecomunicaciones excepto en los tramos con perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de Ø≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación dirigida.

## CANALIZACIÓN EN CALZADA



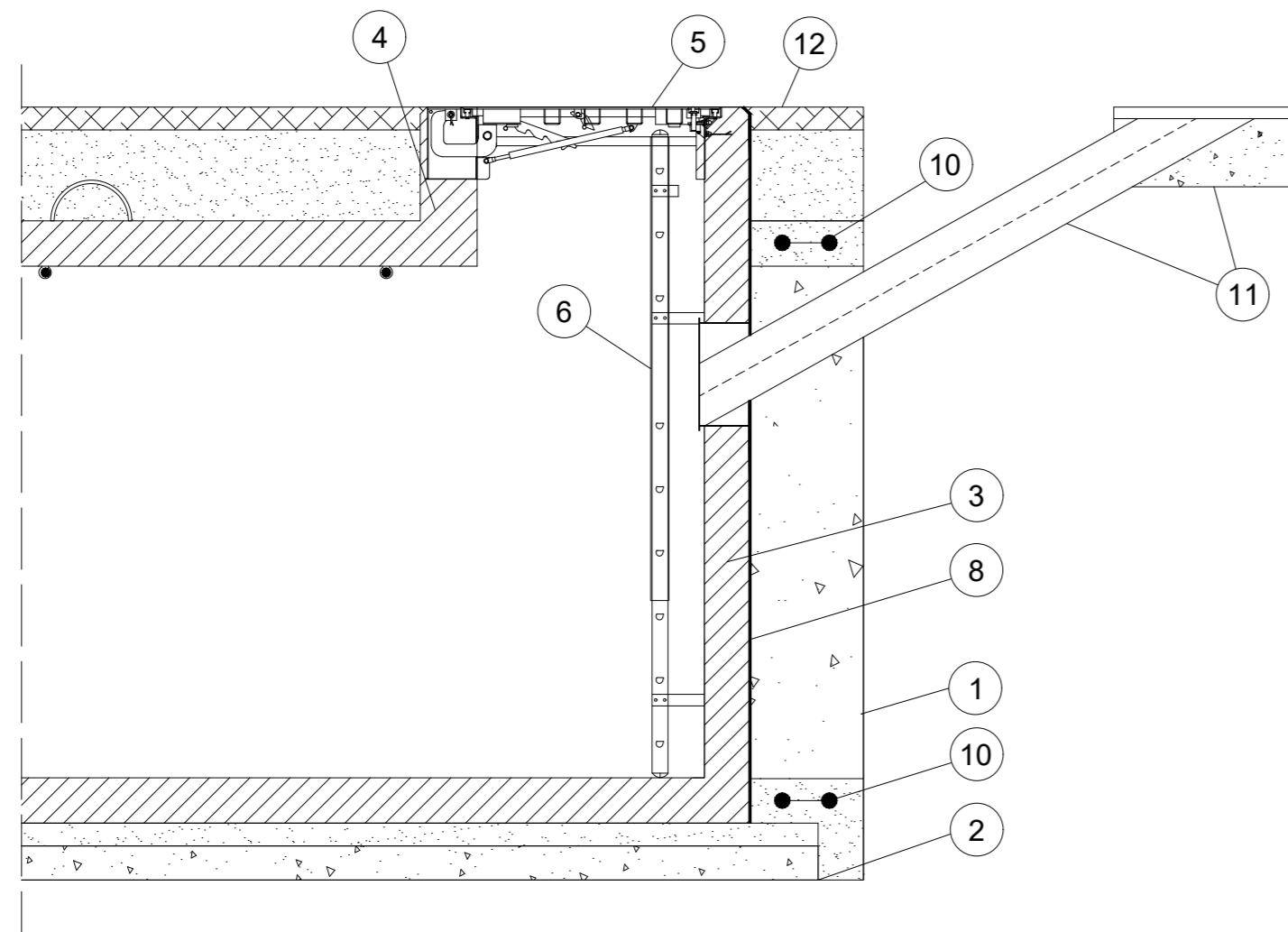
0	jul-25	im3	R.E.	CREACIÓN DE PLANO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
				INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA BADALONA-SAGRERA	
				TÍTULO	
				COORD.	HUSO
				CODIGO	J-0Z48-L2693
				A3	1:20
				Nº	VO02
				HOJA VO02 DE 1	



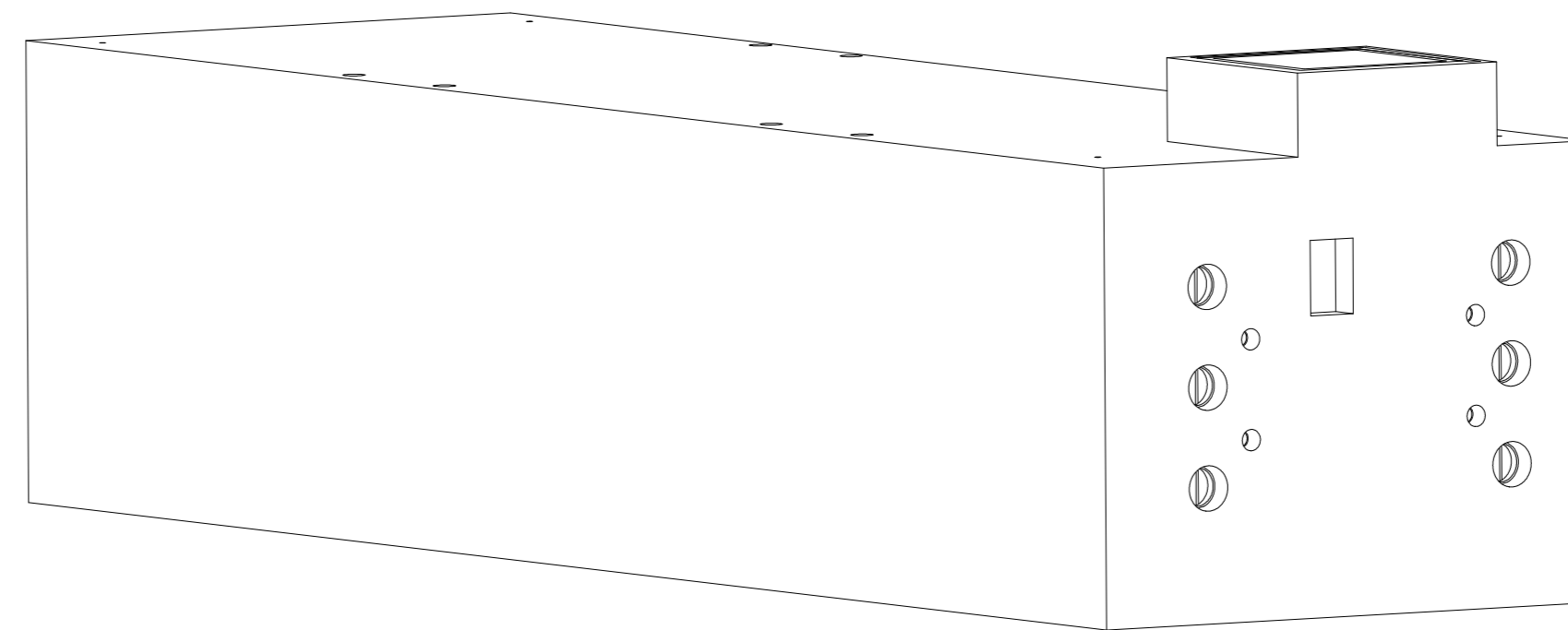
ETAPAS CONSTRUCCIÓN	SUMINISTRADOR DE CÁMARAS DE EMPALME			CONTRATISTA OBRA CIVIL		DESCRIPCIÓN
	FABRICACIÓN	SUMINISTRO	EJECUCIÓN	SUMINISTRO	EJECUCIÓN	
1 EXCAVACIÓN, COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN				X	X	Movimiento de tierras, excavación y acondicionamiento de la excavación, compactación y nivelación.
2 CIMENTACIÓN				X	X	Hormigón de limpieza, losa de cimentación y cama de arena, de acuerdo con las tolerancias especificadas por REE.
3 ENVOLVENTE	X	X	X			Suministro, transporte y colocación de la cámara en la excavación.
4 CUELLO DE ACCESO DE HORMIGÓN ARMADO (1)	X	X	X			Ejecución, supervisión de remate o recredido e impermeabilización de cuello ( junta cuello-tapa ).
5 TAPA DE BOCA DE ACCESO	Empresas homologadas por REE.	X	X			Marcos y tapas de acceso de personal.
6 ESCALERA AISLANTE		X	X			Escalera de fibra de vidrio. Extensible un metro. 4m (cuello de 0.5m) < L < 5m (cuello de 1m).
7 ANILLO DE TIERRA INTERIOR		X	X			De acuerdo con el plano de tierras LSC009. (HOJA 5)
8 REVESTIMIENTO (Pintura exterior)		X	X			Mortero impermeabilizante/repador en paredes exteriores, y especialmente indicado para ambientes agresivos Qb.
9 IMPERMEABILIZACIÓN				Empresas homologadas por REE.	Empresas homologadas por REE.	Impermeabilización de pasacables, hueco de ayuda al tendido y arquetas exteriores de acuerdo con los procedimientos de REE.
10 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EXTERIOR A LA CÁMARA				X	X	Anillo de tierras exterior de acuerdo con plano LSC014.
11 COLOCACIÓN DE TUBOS Y BOCAS EXTERIORES DE AYUDA AL TENDIDO				X	X	Colocación de tubos de PE y tapas de fundición para tendido provisional de acuerdo con plano LSC014, LSC009 y LSC003.
12 RELLENO, COMPACTACIÓN Y ACABADO DEL PAQUETE DE TIERRAS SUPERIOR				X	X	Relleno, compactación y acabado del paquete de tierras superior.

NOTA:

(1) El cuello de acceso será, de manera general, prefabricado y solidario con el resto de la envolvente. El hormigón del cuello deberá tener las mismas características que el del resto de la cámara y respetará los mismos recubrimientos sobre la armadura.



SECCIÓN CONSTRUCTIVA (Según plano LSC014)  
Escala 1:30



Escala 1:40

F	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN	
E	sep-17	A.L.A.	G.D.C.	SE MODIFICA TÍTULO DE PLANO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
red eléctrica				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS	
				COORD.	HUSO
				CÓDIGO	
				A2	N/A
				CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA REGISTRABLE MONOBLOQUE DC 220 kV	
				Nº	HOJA 1 DE 5

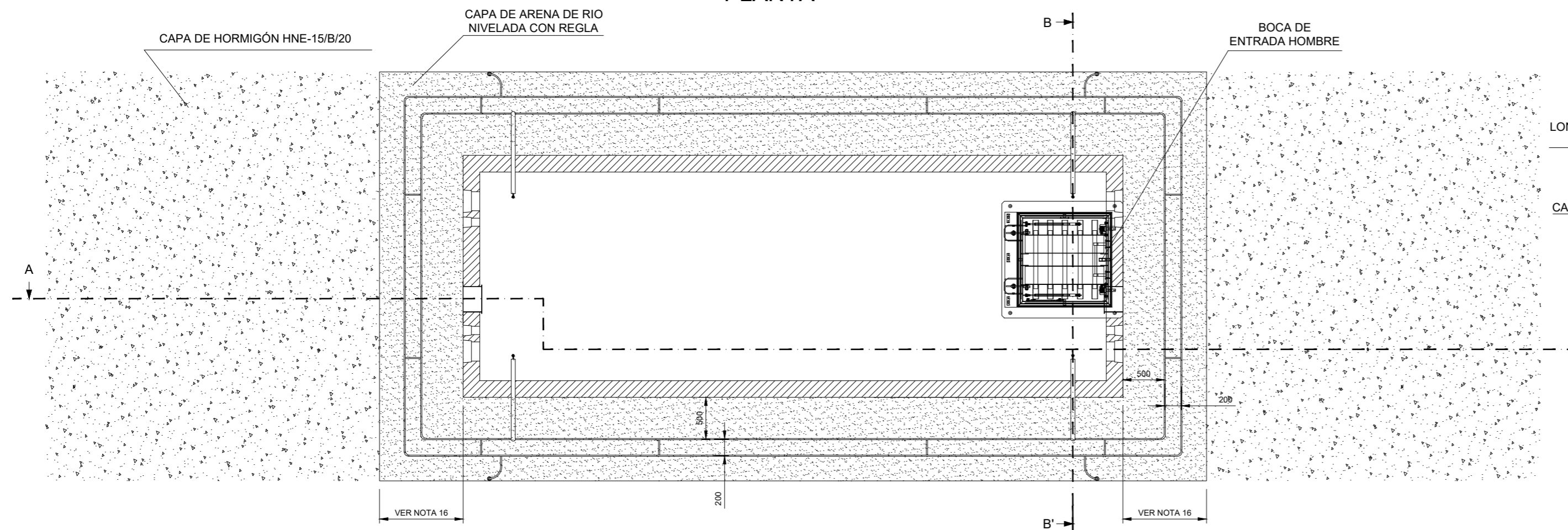


MATERIAL LOSA DE HORMIGÓN ARMADO

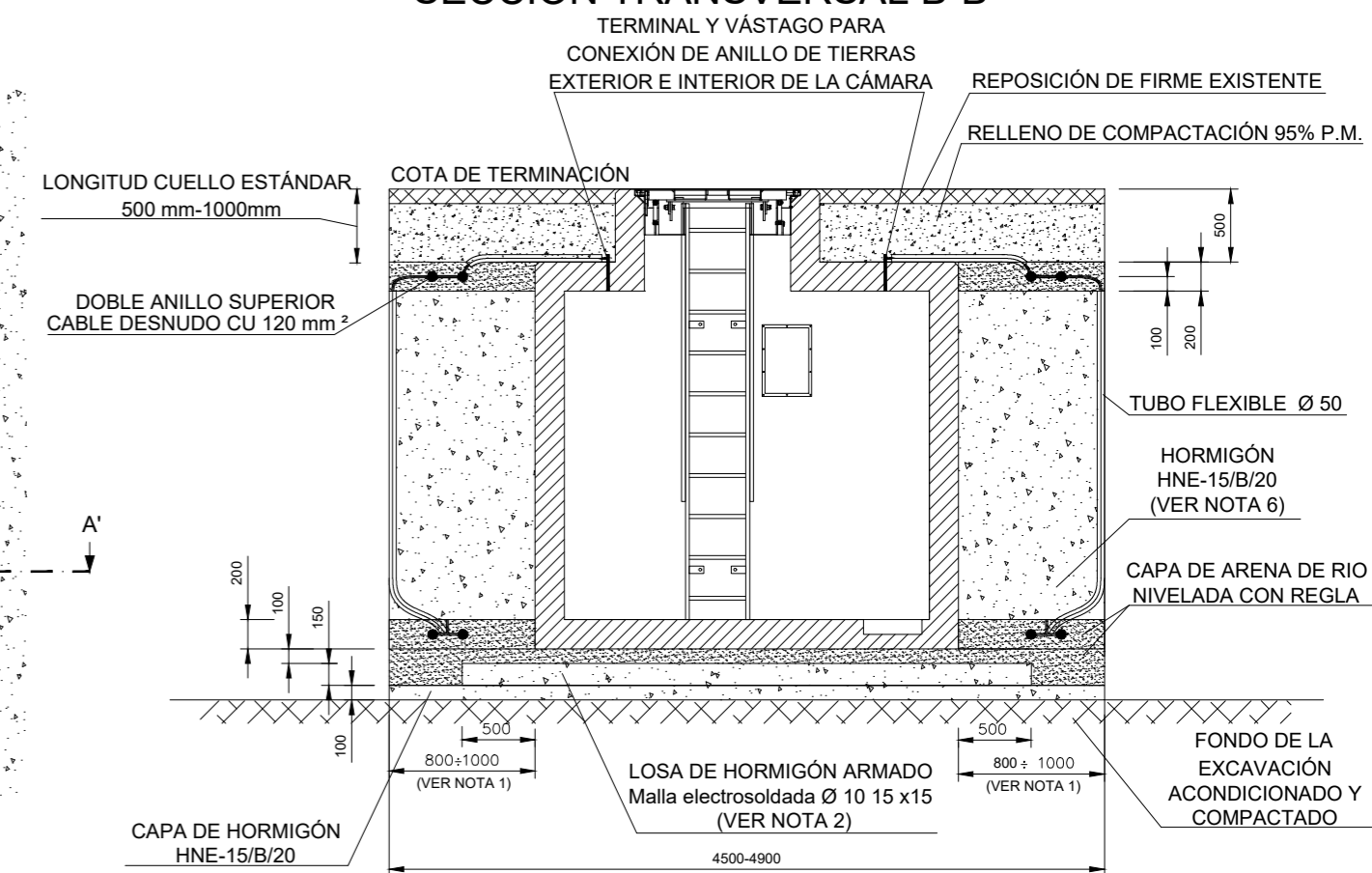
HA-30/B/20/IIIb+Qb (SR)  
(Variable según características geológicas definidas en el proyecto)

ACERO B500-S

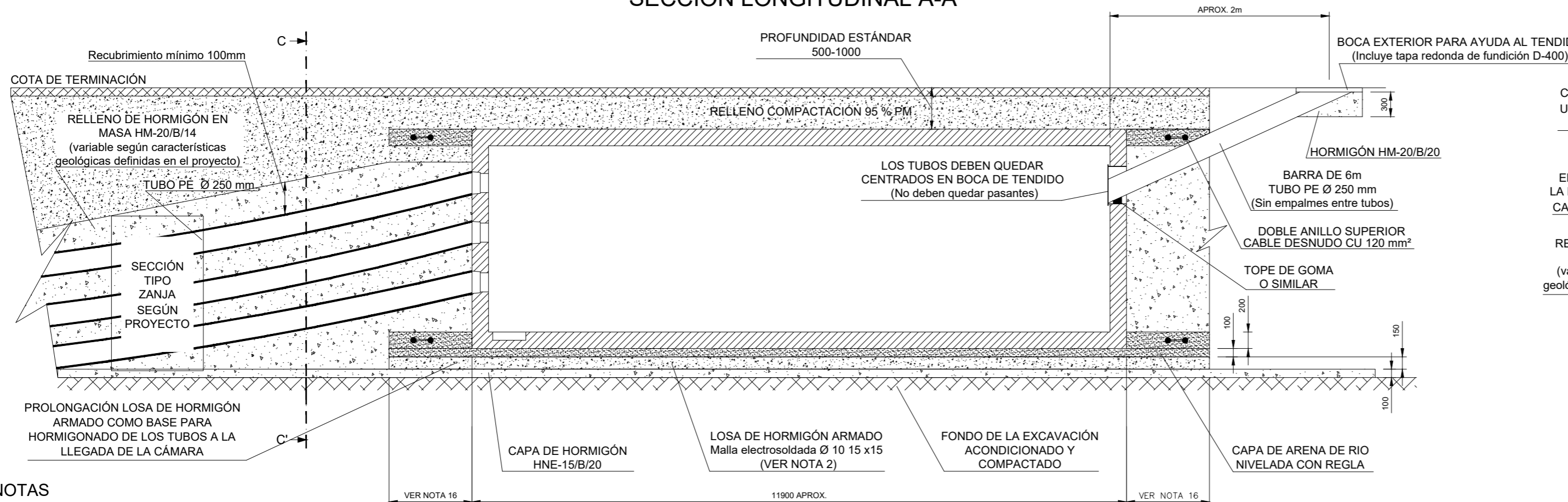
PLANTA



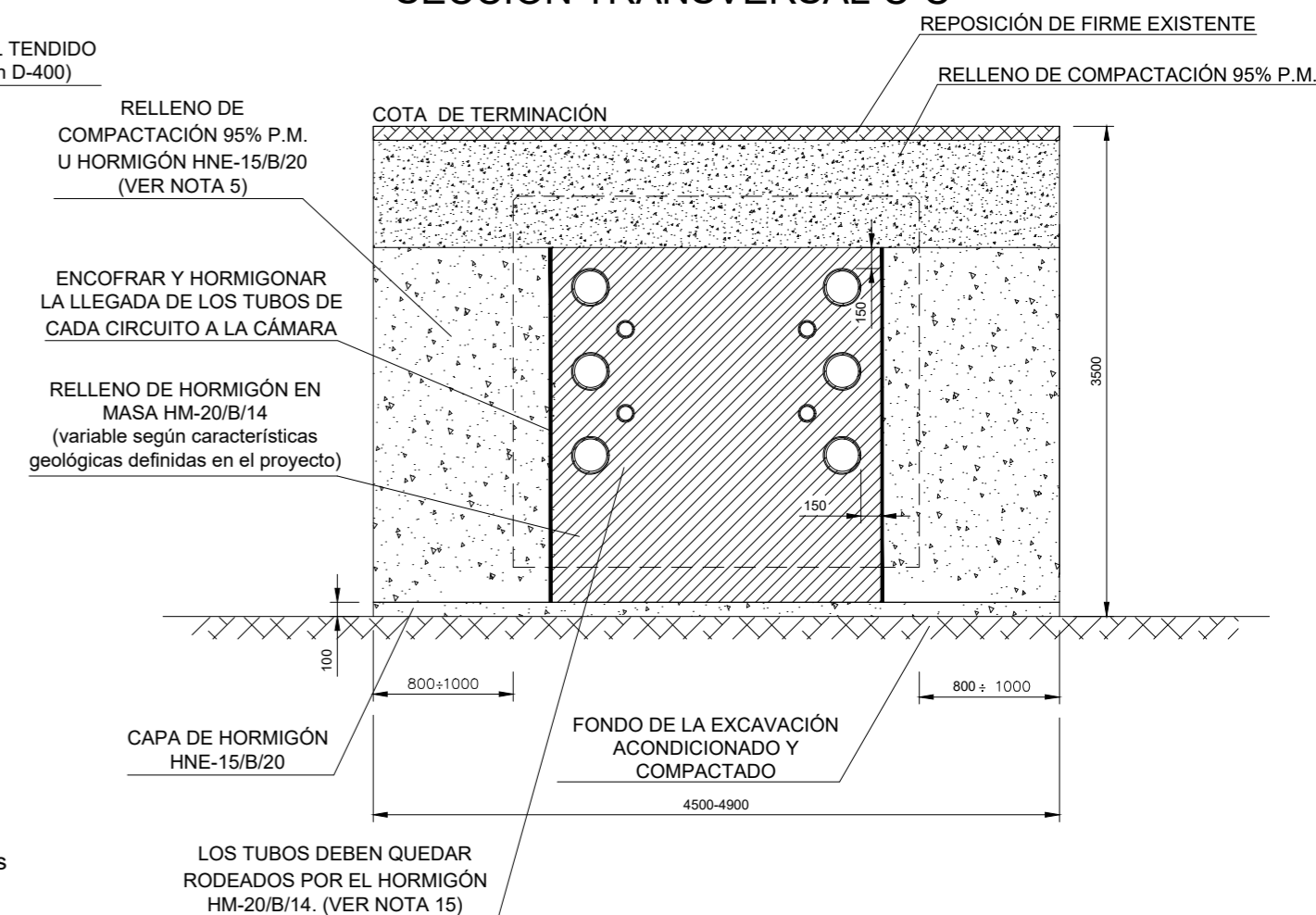
SECCIÓN TRANSVERSAL B-B'



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'



SECCIÓN TRANSVERSAL C-C'

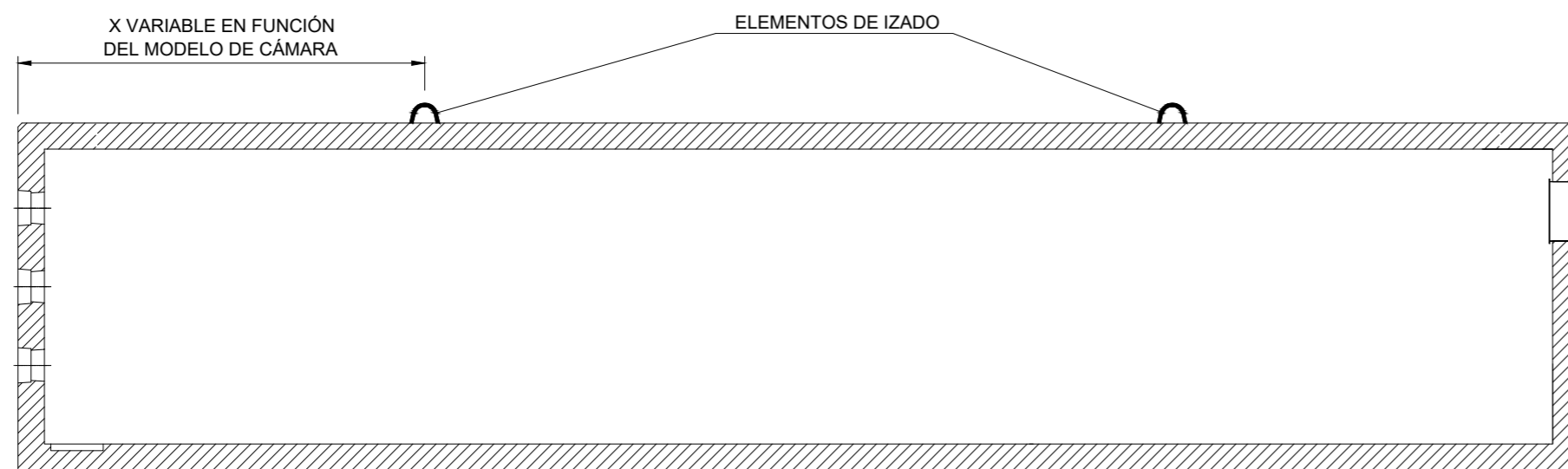
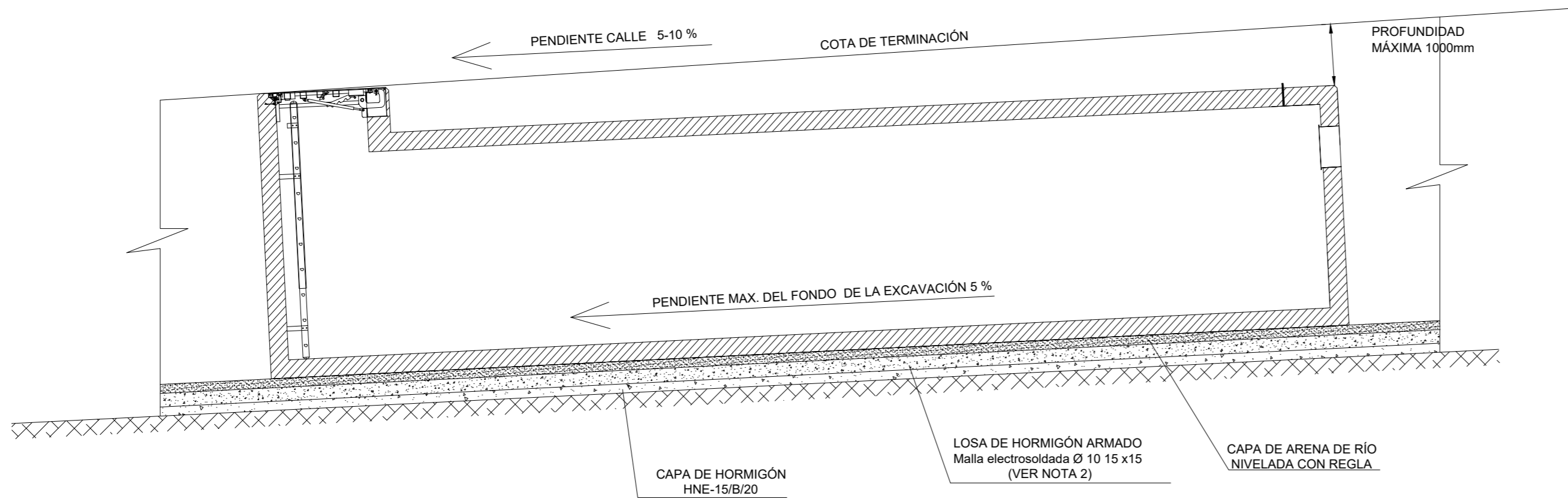


NOTAS

- Las dimensiones de la excavación dependerán del modelo de la cámara a instalar y de la solución constructiva. Generalmente las paredes de la excavación se deberán entibar, disminuyendo el volumen de la excavación.
- El dimensionamiento de la losa armada podrá variar en función del modelo de cámara. Ver plano de excavación del fabricante.
- Las dimensiones de las distintas capas que componen la cimentación de la cámara dependen del modelo. Ver plano de fabricante.
- La boca hombre será prefabricada y solidaria con la envolvente. Su altura puede ser variable según necesidades del proyecto con un max. de 1000mm y un min. de 500mm. El hormigón del cuello deberá tener las mismas características que el resto de la cámara y respetar los mismos recubrimientos sobre la armadura.
- En el caso en el que los espacios disponibles no permitan garantizar un nivel de compactación mínima del 95% P.M. se rellenará el hueco con hormigón o áridos tipo bolos, pedraplén sin finos (art. 331 PG3) o macadám grueso sin finos de recebo (tipo M1 según antiguo art. 502 PG3), previa colocación de una lamina de polietileno extrusionado de alta densidad para proteger los parámetros de la cámara. La roca matriz debe ser estable al agua (UNE 146510, < 2%).
- En los casos en los que la excavación tenga unas dimensiones que excedan de las dimensiones indicadas en este plano se podrá analizar el uso de otros materiales distintos al hormigón para rellenar el trasdós de la cámara. (Ver nota 5).
- Es necesario rellenar la excavación hasta la altura de entrada de cables inferior, inmediatamente después de instalar la cámara, para evitar desplazamientos.
- El emboquillado de los tubos a la cámara deberá realizarse inmediatamente antes de impermeabilizar los pasamuros desde el exterior.
- La compactación de las tierras de relleno se realizará en tongadas de 250-300mm evitando aplicar sobrecargas directamente sobre los hastiales de la estructura.
- La compactación sobre la cámara se realizara con medios manuales o ligeros. Sin vibrador.
- Las cámaras de un mismo circuito deben orientarse de tal forma que el cuello se ubique siempre en la misma dirección 200g (sentido de línea) o 0g.
- El sistema de puesta a tierra exterior a la cámara estará constituido por dos dobles anillos de cobre desnudo 120 mm² que se conectarán con el interior de la cámara en 4 puntos distintos. El Cu desnudo quedará embebido en arena de río, nunca en el hormigón directamente.
- En el relleno de los paramentos exteriores de la cámara no se utilizarán materiales agresivos que puedan dañar imprimaciones y pinturas exteriores de la cámara. En cualquier caso no se procederá a realizar esta actividad hasta que se haya ejecutado la impermeabilización exterior de la cámara por una empresa autorizada y con un procedimiento aprobado por REE.
- Ningún punto de la losa superior de la cámara deberá soportar un volumen de tierras con una altura superior a 1000 mm sin la aprobación de REE.
- La capa de arena nunca deberá llegar a la cota inferior de los tubos. Deberá quedar perfectamente confinada y compactada para evitar posteriores asentamientos del prisma de cables.
- La distancia longitudinal de la losa armada se definirá en el proyecto según características del terreno.
- Cotas en mm.

F	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
E	sep-17	A.L.A.	G.D.C.	SE MODIFICA TITULO DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LINEAS COORD. _____ HUSO _____ CODIGO _____ TÍTULO CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA REGISTRABLE MONOBLOQUE DC 220 kV Nº LSC009 HOJA 3 DE 5

REE ELECTRICIDAD DE ESPAÑA, S.L.U. es un grupo de empresas de titularidad pública que forman parte del sistema eléctrico español. REE es el operador del sistema eléctrico español. REE es el responsable de la explotación, mantenimiento y desarrollo del sistema eléctrico español. REE es el responsable de la explotación, mantenimiento y desarrollo del sistema eléctrico español.



NOTAS

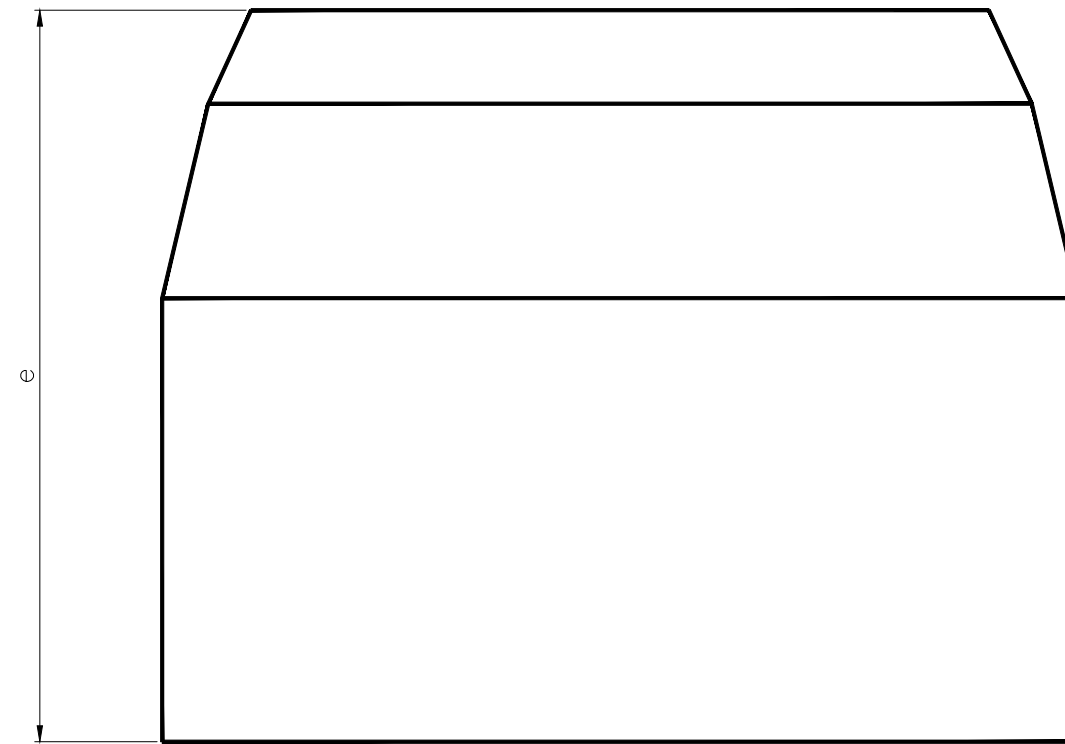
18. Una vez colocada la cámara en su ubicación definitiva se procederá a cortar o proteger e impermeabilizar los elementos de izado (según modelo de cámara) durante el proceso de impermeabilización.
19. Tanto la excavación como la ejecución de la cimentación deberá realizarse de acuerdo con las siguientes tolerancias:
- 19.1 FONDO DE EXCAVACIÓN:
- 19.1.1 Tolerancia de cotas en suelos +/- 50 mm
  - 19.1.2 Tolerancia de cotas en roca + 0 mm  
-200 mm
- 19.2 HORMIGÓN DE LIMPIEZA:
- 19.2.1 Dimensión en planta +200 mm  
-20 mm
  - 19.2.2 Nivel cara superior +20 mm  
-50 mm
  - 19.2.3 Planeidad cara superior +/-16 mm con regla de 2 m  
(Pasadas 72 h desde el vertido)
  - 19.2.4 Alabeo +/-10 mm por metro de distancia  
a la esquina mas próxima. (max. +/- 50 mm)
  - 19.2.5 Sección transversal -20 mm
- 19.3 LOSA ARMADA:
- 19.3.1 Dimensión en planta +100 mm  
-20 mm
  - 19.3.2 Nivel cara superior +/-20 mm
  - 19.3.3 Planeidad cara superior +/-10 mm con regla de 2 m  
(Pasadas 72 h desde el vertido)
  - 19.3.4 Alabeo +/-5 mm por metro de distancia  
a la esquina mas próxima. (max. +/- 30 mm)
  - 19.3.5 Sección transversal +10 mm  
-5 mm
- 19.4 CAPA DE ARENA:
- 19.4.1 Dimensión en planta -5 mm
  - 19.4.2 Nivel cara superior +/-10 mm
  - 19.4.3 Planeidad +/-10 mm con regla de 2 m  
(Pasadas 72 h desde el vertido)
20. Fondo de la excavación debe tener una pendiente idéntica a la superficie del terreno, con un máximo de un 5%.
21. En ningún caso se ubicaran las cámaras en zonas con una pendiente longitudinal superior ó igual al 10%.
22. En el caso de que la pendiente de la superficie sea > 5% el excedente se dará depositando tierras de relleno sobre el dintel de la cámara (ver nota 14).

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es el único titular de todos los derechos de propiedad intelectual que corresponden a este documento. Toda su explotación, reproducción o transformación, así como su uso en cualquier sistema de almacenamiento o recuperación de información, sin el consentimiento expreso y exparte de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. quedan expresamente prohibidos. Toda infracción de los derechos de propiedad intelectual que corresponden a este documento será sancionada de acuerdo con la legislación aplicable.

F	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
E	sep-17	A.L.A.	G.D.C.	SE MODIFICA TÍTULO DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS COORD. _____ HUSO _____ CODIGO _____ TÍTULO CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA REGISTRABLE MONOBLOQUE DC 220 kV Nº LSC009 HOJA 4 DE 5

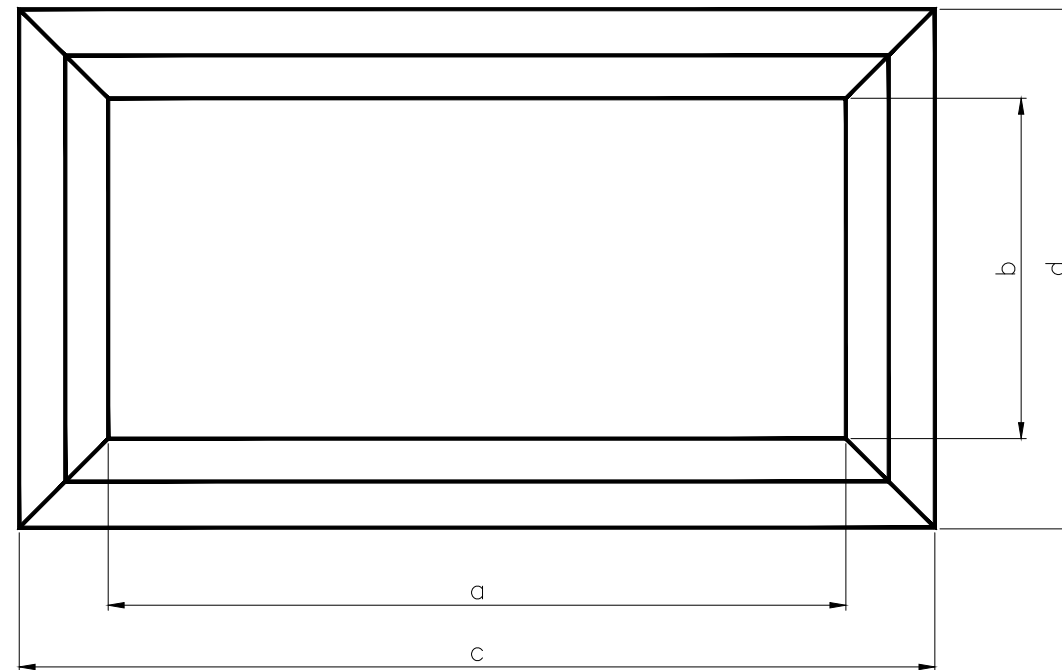


## ALZADO





Cotas	Dimensión (mm)
a	1145±25
b	625±5
c	1425±25
d	900±15
e	1200±50

## PLANTA

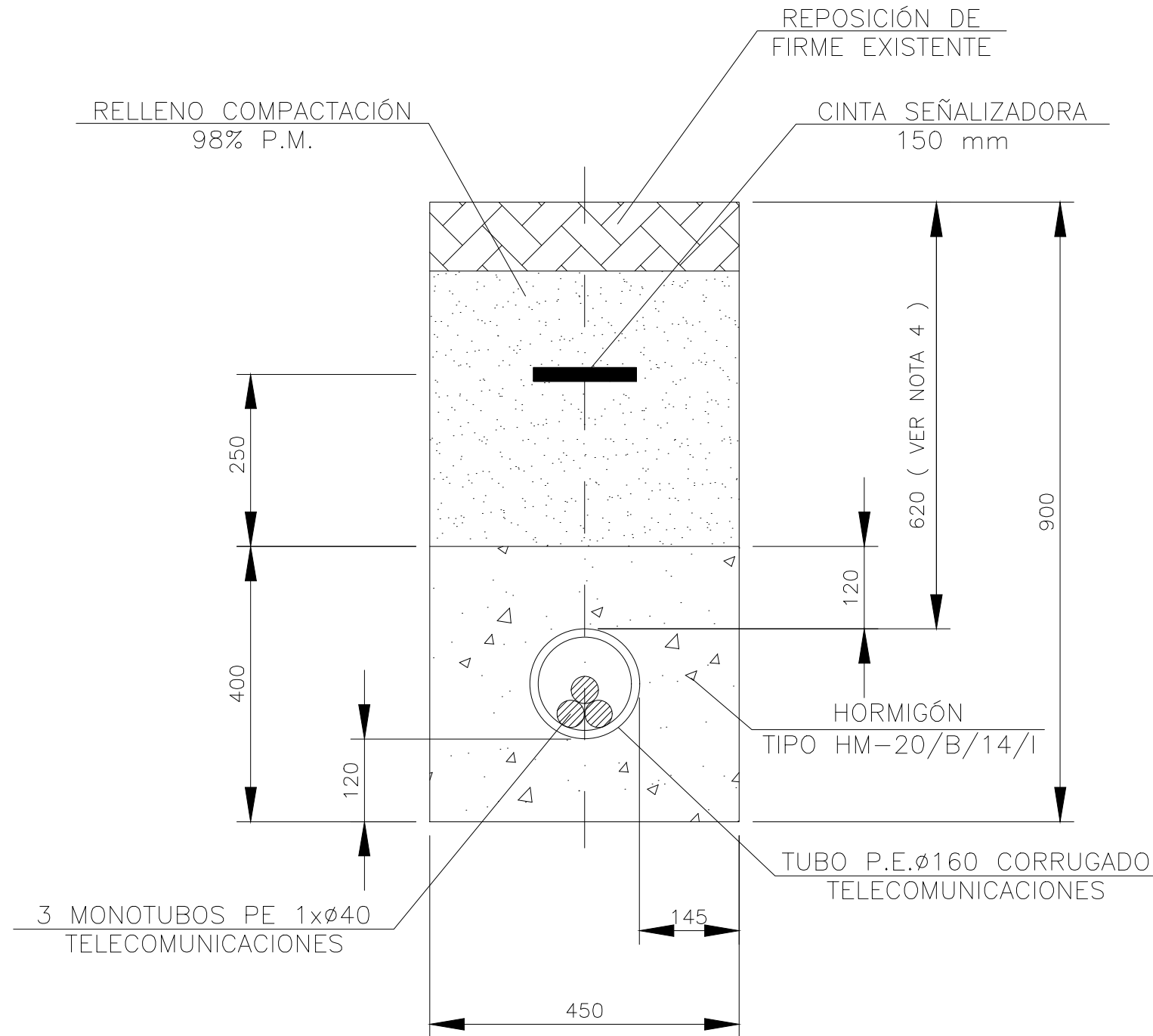


### NOTAS:

- 1.-Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme, en el inicio y final de la perforación dirigida, en los apoyos de paso aéreo-subterráneo, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado según definición del proyectista de la instalación.
- 2.-Arqueta según ET202.
- 3.-Empleo de la arqueta como "ENCOFRADO PERDIDO" rellenando sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM-20/B/14/I de 25 cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo de la arqueta hasta recoger el cerco de la tapa.
- 4.-La arqueta dispondrá de tapa de fundición tipo D-400 para calzada o tipo B-125 para acera según caso.

D	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN	
C	ago-16	C.M.S.	G.D.C.	SE MODIFICA NOTAS 2 Y 3	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
			INSTALACIÓN		COORD.
			NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS		HUSO
			TÍTULO		CODIGO
			ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES		A3 N/A
				Nº	HOJA 1 DE 1



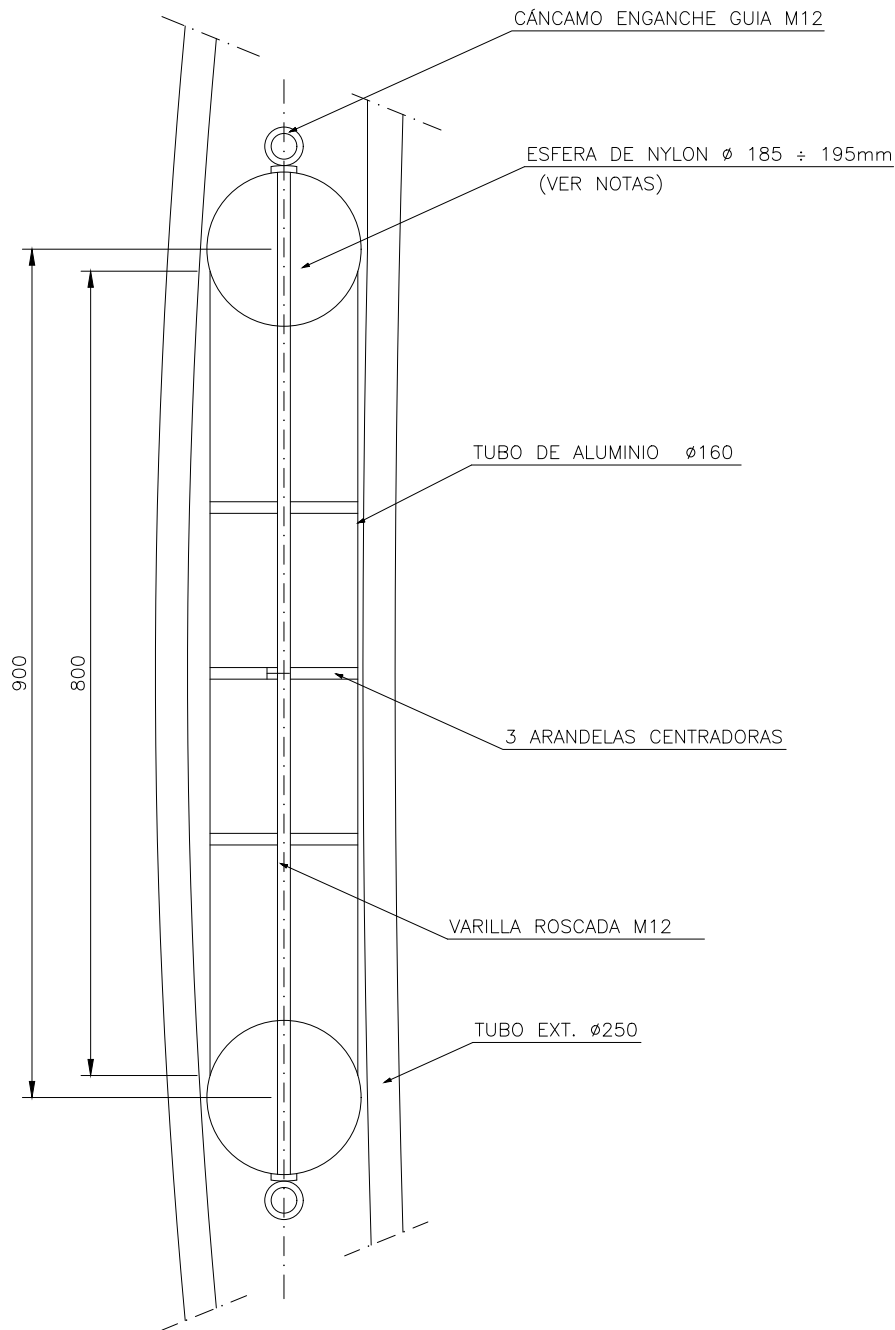


**NOTAS:**

1. La reposición del firme existente se efectuará de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados.
2. El monotubo de telecomunicaciones será según ET203.
3. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario, los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
4. En terrenos de cultivo la distancia desde la generatriz superior de los tubos hasta la superficie debe ser igual o mayor a 1 metro.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN			
1	jul-25	IM3	R.E.	MODIFICACION DE RELLENO DE ZANJA			
0	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO			
				INSTALACIÓN			
				NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS			COORD. HUSO
				TÍTULO			CODIGO
				ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 3 MONOTUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS			A3 S/E
				Nº LST009 HOJA 1 DE 1			

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

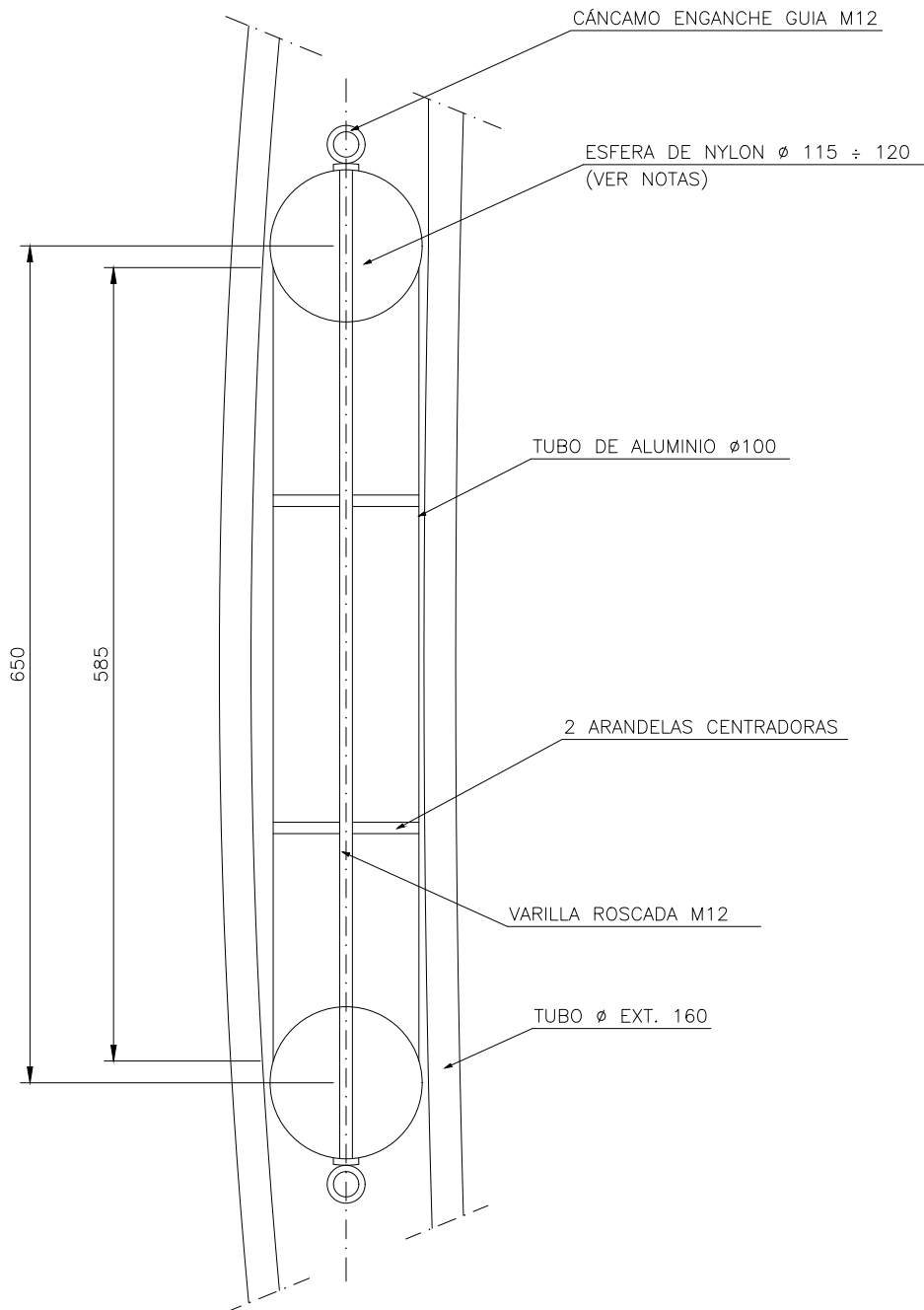


## NOTAS

- En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
- Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo a mandrilar.
- Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
  - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
  - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
- Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

E	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN	
D	mar-16	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZAN DIMENSIONES	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
			INSTALACIÓN		
			NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS		
			TÍTULO		
			MANDRIL PARA TUBO DE Ø250		
COORD.		HUSO			
CODIGO					
A4V					
Nº LSMA001		HOJA 1 DE 1			

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntica y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

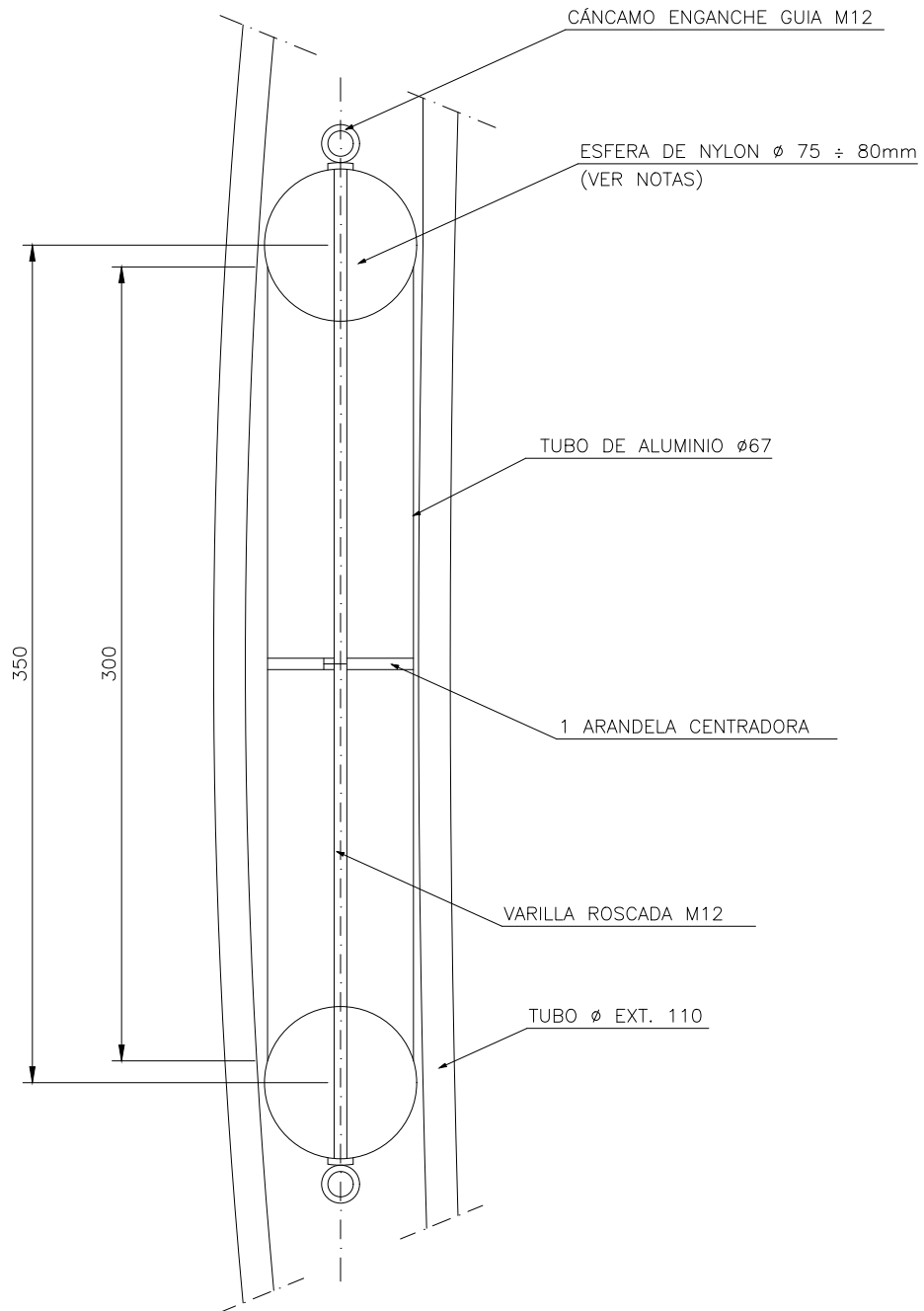


## NOTAS

- En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
- Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo a mandrilar.
- Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
  - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
  - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
- Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.




EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
A	mar-16	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZAN DIMENSIONES
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
TÍTULO MANDRIL PARA TUBO DE Ø160				COORD. _____ HUSO _____ CODIGO _____ A4V _____
				Nº LSMA003 HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

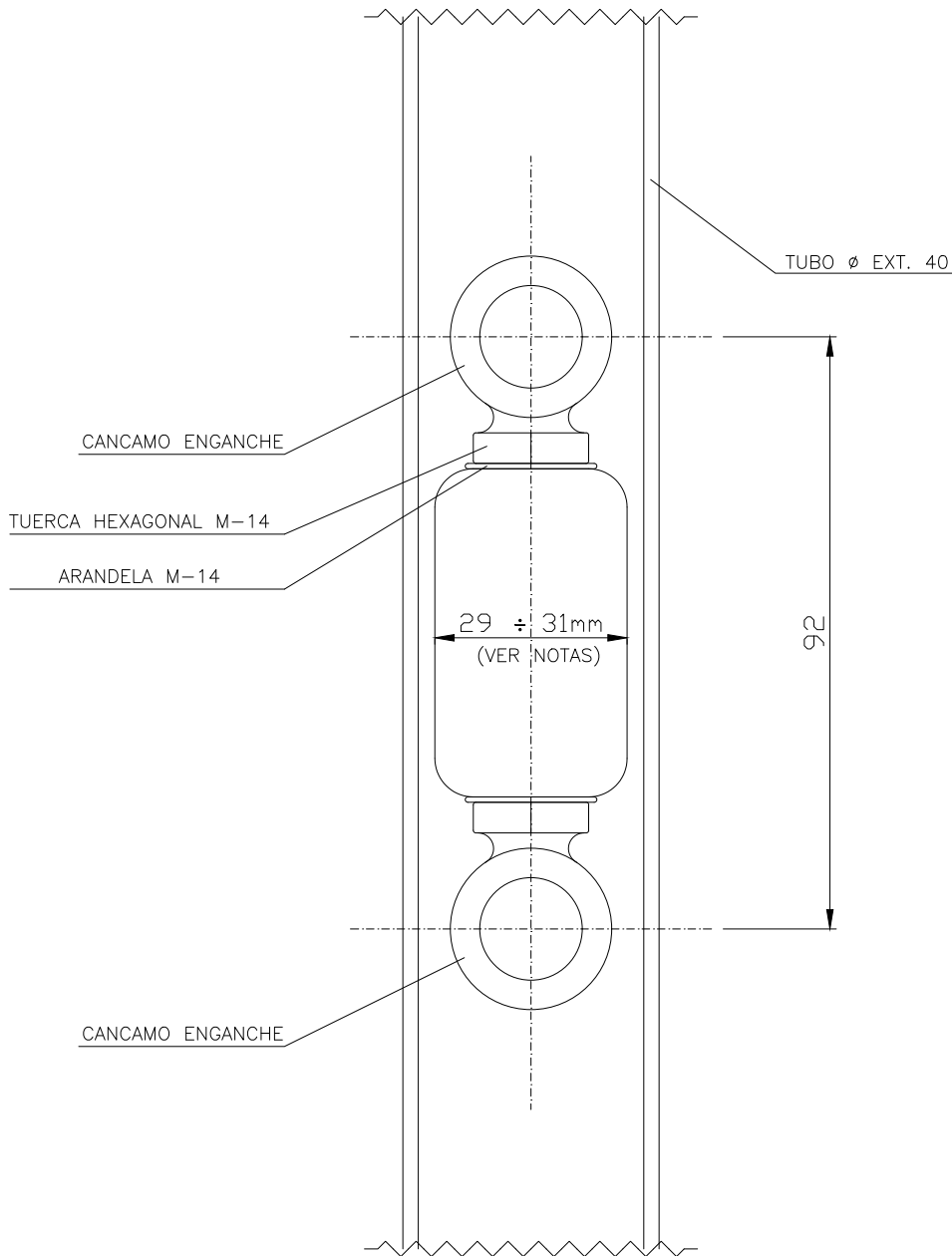


## NOTAS

- En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
- Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo a mandrilar.
- Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
  - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
  - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
- Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

E	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN	
D	mar-16	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZAN DIMENSIONES	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
			INSTALACIÓN		
			NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS		
TÍTULO MANDRIL PARA TUBO DE Ø110			COORD.		HUSO
			CODIGO		
			A4V		
			Nº	LSMA004	HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntica y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

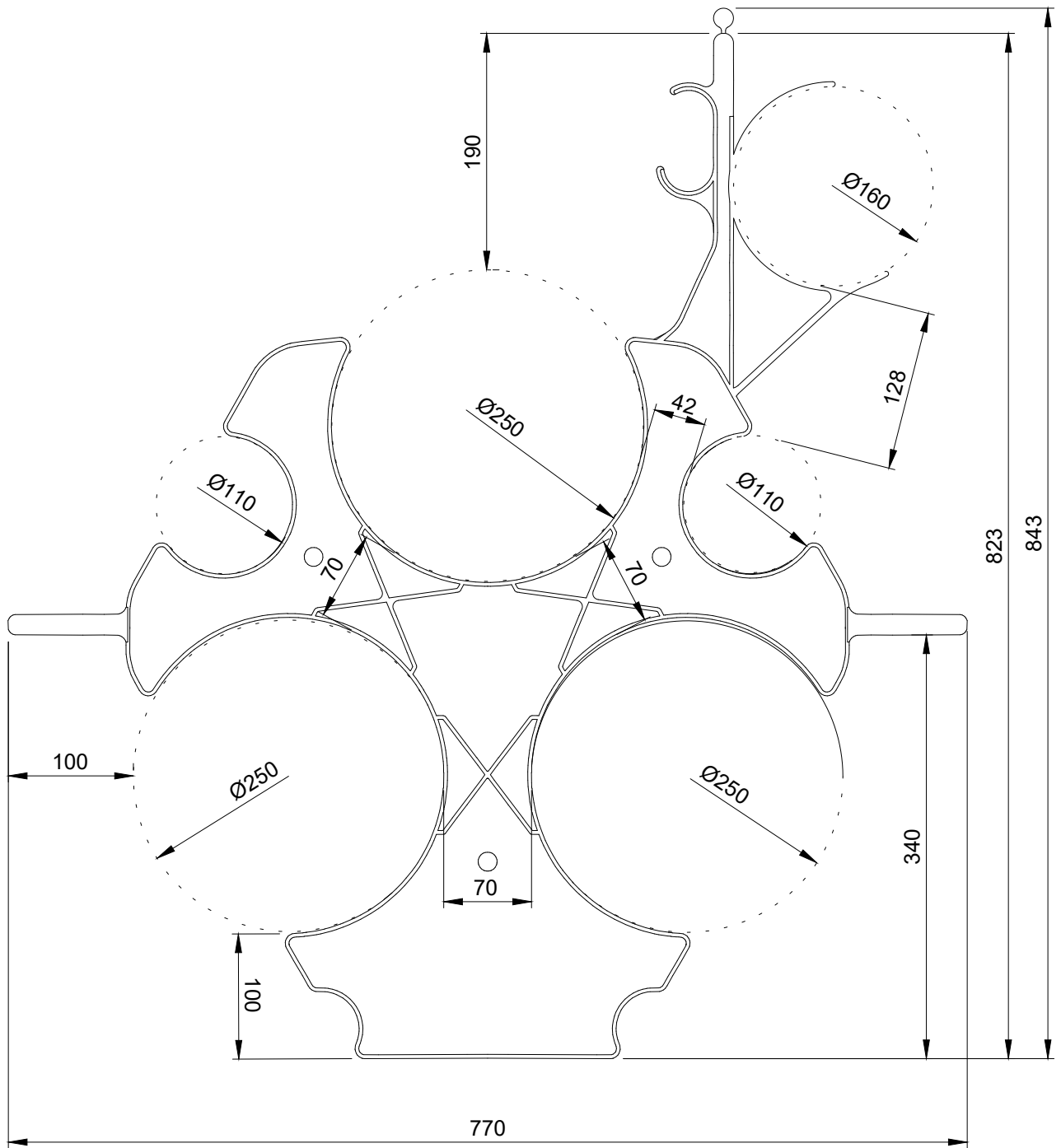




## NOTAS

1. En tubos de telecomunicaciones según ET203 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
  - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
  - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
C	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
B	ago-16	R.T.R.	G.D.C.	SE CAMBIA TÍTULO DEL PLANO
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
				TÍTULO MANDRIL PARA TUBO DE Ø40 PARA TENDIDO MANUAL O MEDIANTE CABRESTANTE
COORD.		HUSO		
CODIGO		A4V		
Nº	LSMA005	HOJA 1 DE 1		

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntegramente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



0	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	DOCUMENTO NUEVO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
	INSTALACIÓN			
	NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS			COORD. HUSO
	TÍTULO			CODIGO
	SEPARADOR PARA 3 TUBOS DE $\varnothing 250$ Y 2 TUBOS DE $\varnothing 110$ Y TESTIGO SOPORTE PARA TUBO $\varnothing 160$			A4V 1:50 
Nº LSSE010		HOJA 1 DE 1		

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados, y por tanto su contenido permanece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo o en parte, está estrictamente prohibido para quien no sea titular de los derechos de propiedad intelectual del presente documento.

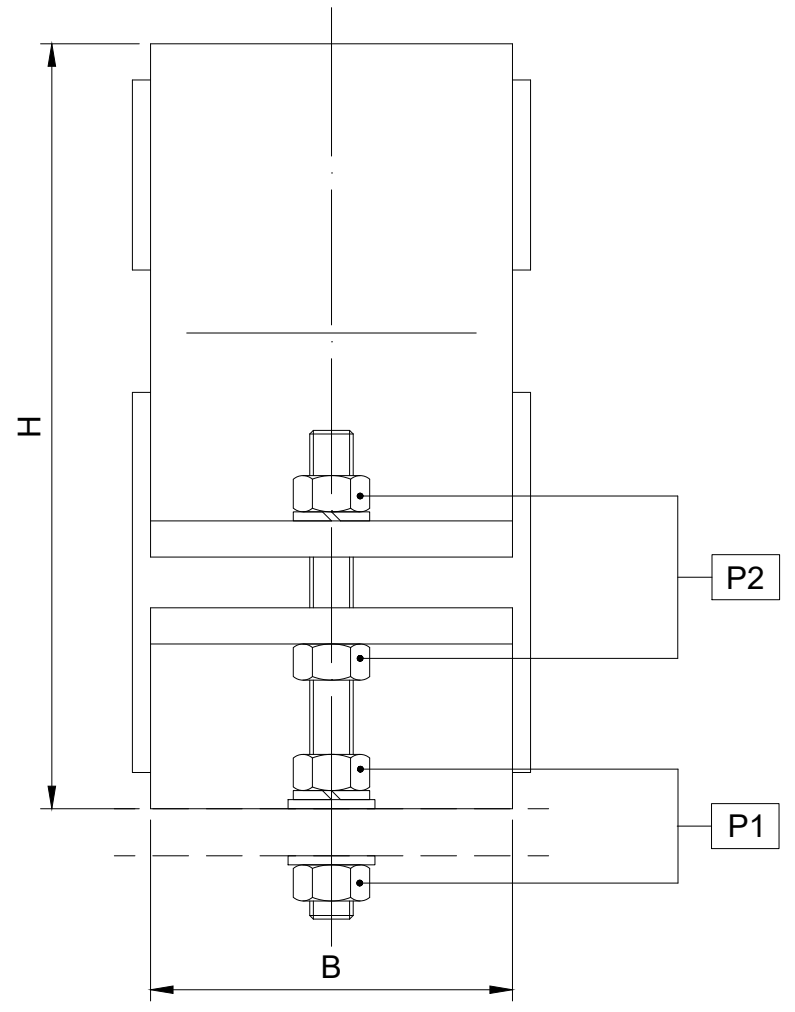
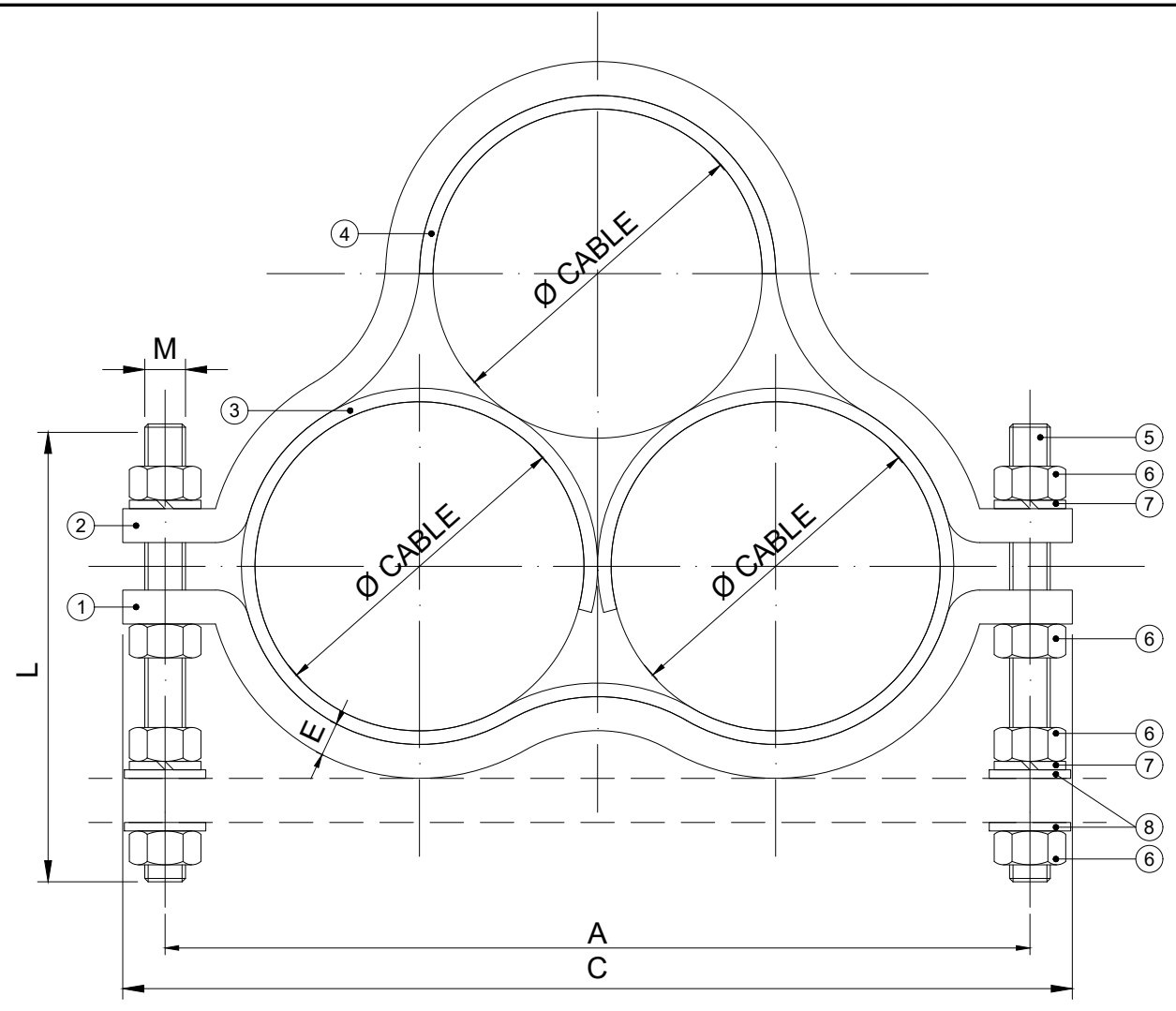
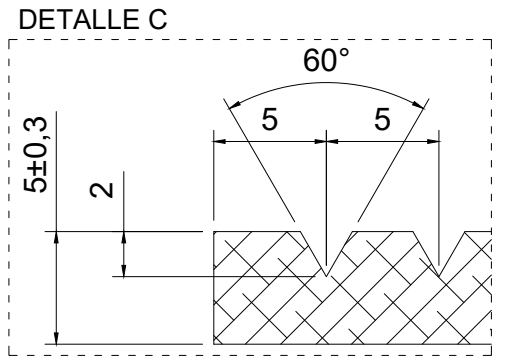


TABLA 3  
PAR DE APRIETE (N·m)

MARCA	ROSCA
	M12
P1	45
P2	35



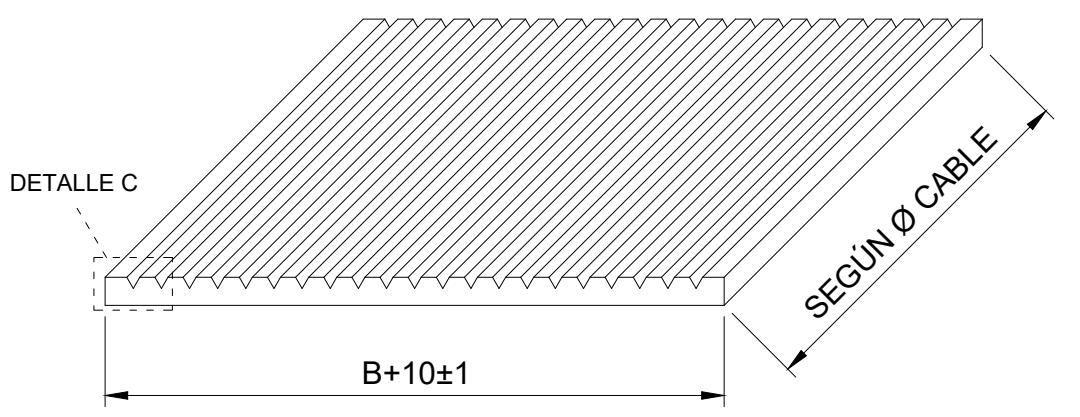
REQUISITOS REE BRIDAS METÁLICAS TRIPOLARES

NIVEL TENSIÓN (kV)	TIPO CABLE	DISTANCIA TALADROS A (mm)			ANCHO B (mm)	LARGO MÁX. C (mm)	ALTO MÁX. H (mm)	ESPESOR MIN. E (mm)	MÉTRICA ESPÁRRAGO
		Rango	Min	Max					
66	1000AI	1	205	275	40	300	200	10	M12
	1200AI								
132	1200AI	1	205	275	100	300	250	10	M12
	1600AI								
220	630AI	2	250	320	100	375	300	10	M12
	1200AI								
	2000AI								
	2500Cu								

TABLA 1

8	ARANDELA PLANA M12	4	DIN 125	Acero inox.
7	ARANDELA GROWER M12	4	DIN 127	Acero inox.
6	TUERCA M12	8	DIN 934	Acero inox.
5	ESPÁRRAGO M12xL (según Ø cable)	2	DIN 976	Acero inox.
4	PERFIL GOMA NEOPRENO SUP	1	-	Neopreno
3	PERFIL GOMA NEOPRENO INF	1	-	Neopreno
2	MEDIA BRIDA	1	-	Al 6005-A
1	MEDIA BRIDA	1	-	Al 6005-A
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA	MATERIAL

PERFIL DE GOMA NEOPRENO

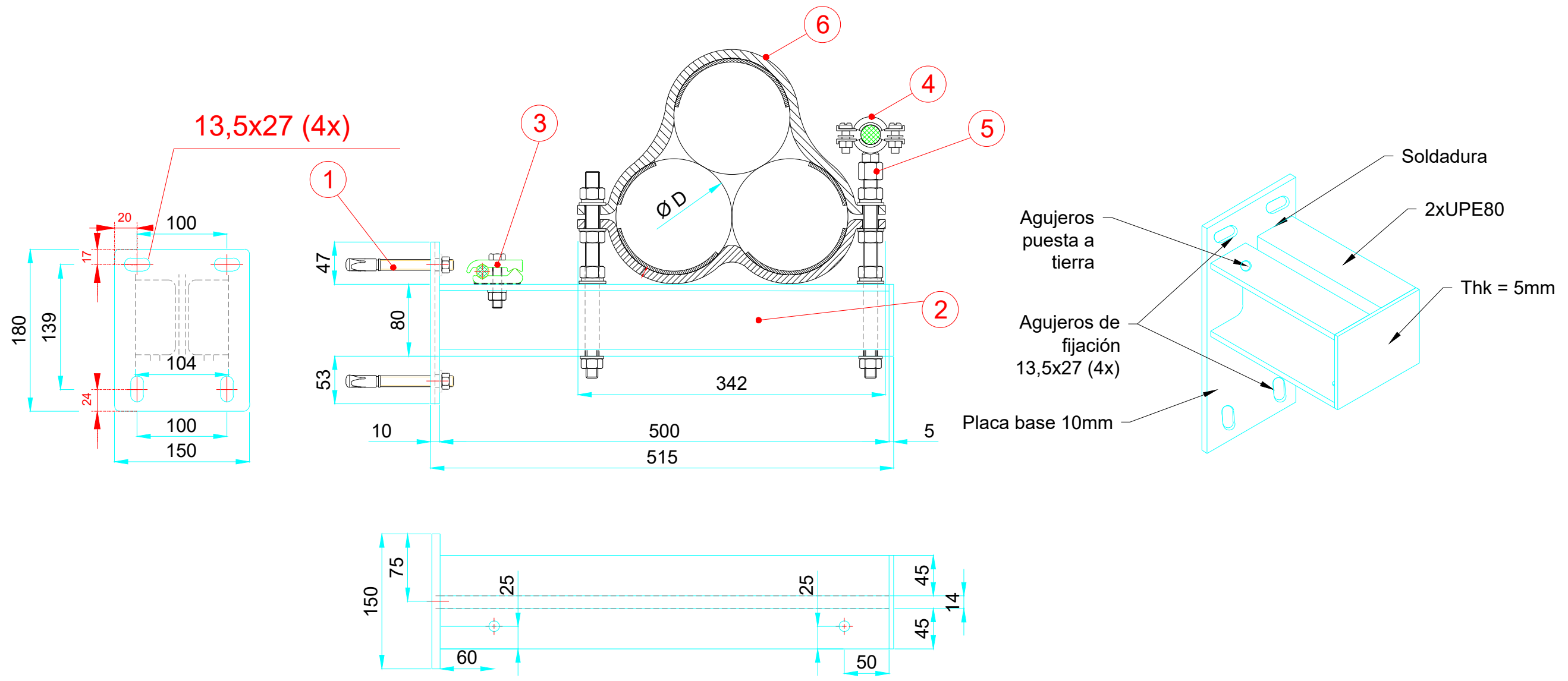


NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cantidades referidas al conjunto representado.

A	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	may-19	N.A.C.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
TÍTULO BRIDA METÁLICA TRIPOLAR				COORD. HUSO CODIGO A3 N/A
Nº LSS016				HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece único y exclusivamente de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso de este contenido, en todo o en parte, está prohibido para todo uso no autorizado del contenido del presente documento.

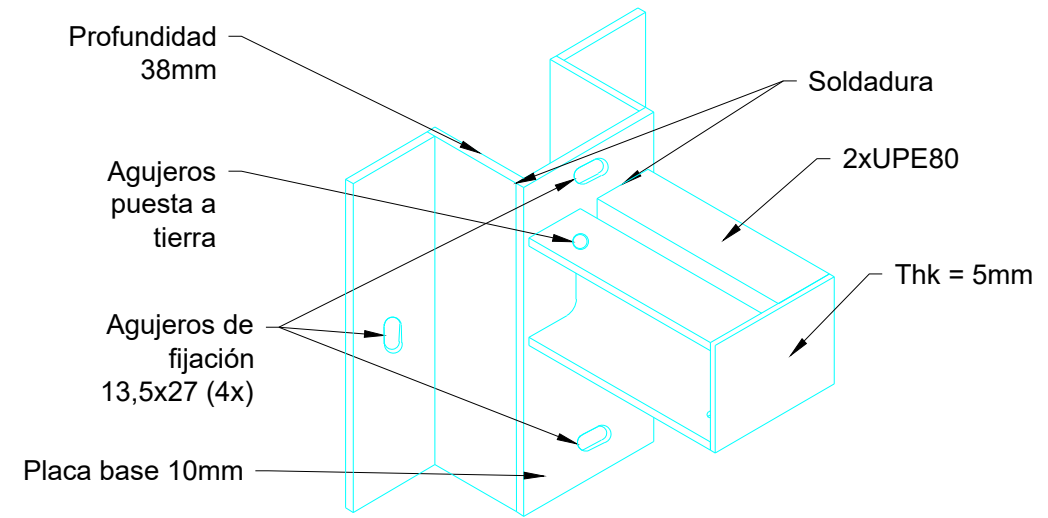
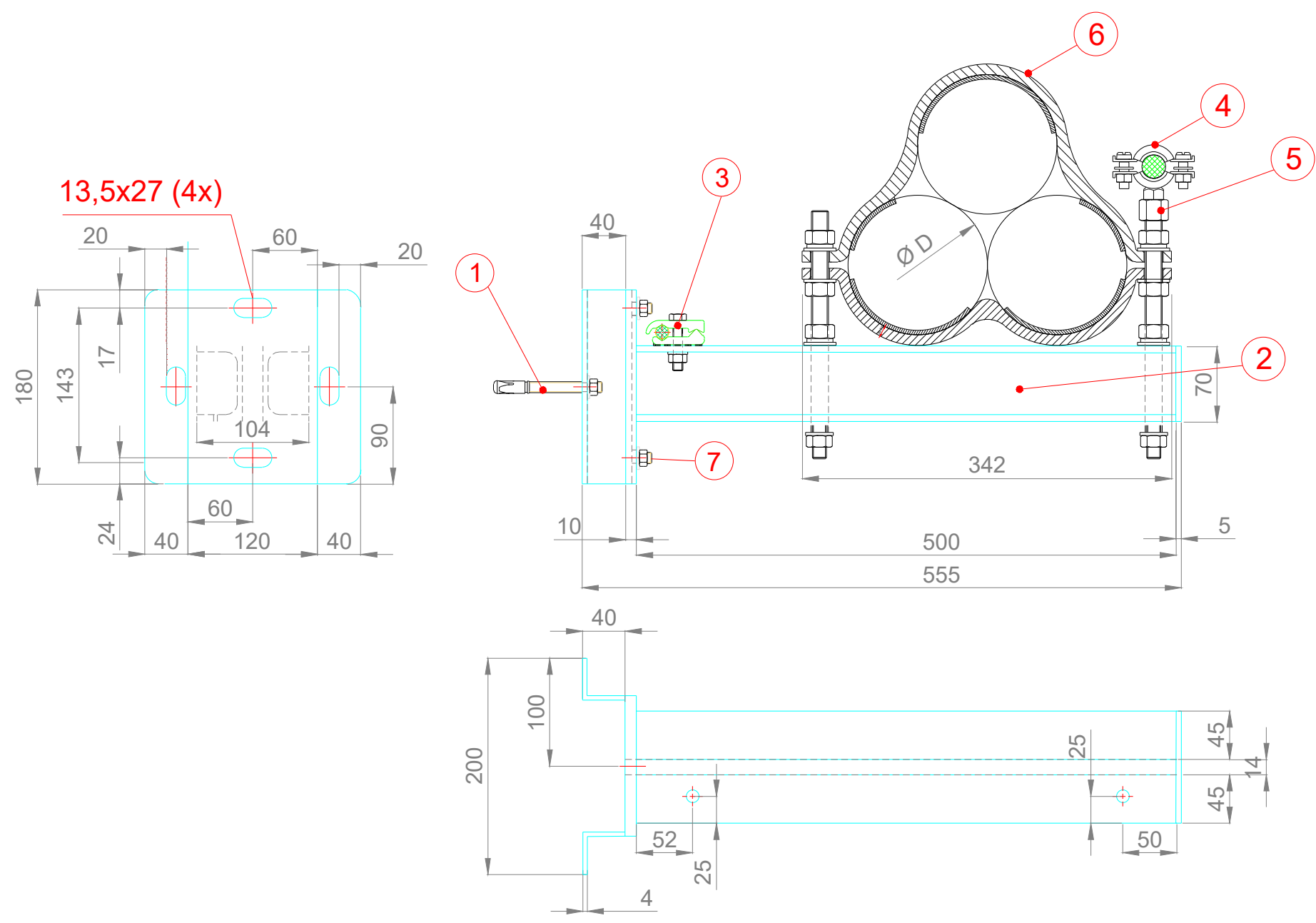


- NOTAS :**
1. LOS SOPORTES Y LAS BRIDAS SERÁN SUMINISTRADAS POR EL FABRICANTE DEL CABLE.
  2. EL DISEÑO DE LA BRIDA SERÁ DIFERENTE EN FUNCIÓN DEL FABRICANTE DEL CABLE. DEBERÁ CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEL PLANO LSS016. SE INSTALARAN 4 ANCLAJES POR SOPORTE (2 ARRIBA Y 2 ABAJO).
  3. LA PROFUNDIDAD DEL TALADRO EN LA PARED DEBERÁ SER  $\leq 100$  mm.
  4. MATERIAL DE FABRICACIÓN  
- ACERO: S235
  5. GALVANIZADO CON ESPESOR MÍNIMO SEGÚN REQUERIMIENTOS DE REE:  
- ESPESOR PUNTUAL  $75\mu\text{m}$   
- ESPESOR MEDIO  $90\mu\text{m}$
  6. SOLDADURA CONTINUA POR TODO EL PERÍMETRO DEL PERFIL CON ESPESOR DEL CORDÓN DE 3 mm EXCEPTO INDICACIÓN EXPRESA.
  7. TODA LA TORNILLERÍA DEBE SER DE ACERO INOXIDABLE.
  8. CANTIDADES REFERIDAS AL CONJUNTO REPRESENTADO.
  9. COTAS EN mm.

6	BRIDA TRIPOLAR	1	aluminio
5	EMPALME REDUCCIÓN	1	acero galvanizado
4	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F	1	acero galvanizado
3	GRAPA PaT ARRUTI GT-150 M12 O SIMILAR	1	latón forjado
2	SOPORTE A PARED SOLDADO A PLETINA	1	acero galvanizado
1	ANCLAJE HILTI HST3 M12x120 O SIMILAR	4	acero Inox.
MARCA	DENOMINACIÓN	CANT.	MATERIAL

0	nov-25	IM3	R.E.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA BADALONA-SAGRERA TÍTULO SOPORTE PARED GALERIA PARA BRIDA TRIPOLAR
COORD.		HUSO		
CODIGO		J-0Z48-L2693		
A3	1:5			
Nº	V004	HOJA		V004 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y, por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. o a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. en todo caso, quedan prohibidas para todo uso no autorizado del contenido del presente documento.



- NOTAS :**
1. LOS SOPORTES Y LAS BRIDAS SERÁN SUMINISTRADAS POR EL FABRICANTE DEL CABLE.
  2. EL DISEÑO DE LA BRIDA SERÁ DIFERENTE EN FUNCIÓN DEL FABRICANTE DEL CABLE. DEBERÁ CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEL PLANO LSS016.
  3. LOS SOPORTES METÁLICOS SE SUJETAN EN 4 PUNTOS: 2 ANCLAJES HORIZONTALES A LA PARED TIPO HILTI O SIMILAR Y 2 TORNILLOS DE UNIÓN A LOS CARRILES METÁLICOS EXISTENTES TIPO HALFEN O SIMILAR CON M12
  4. LA PROFUNDIDAD DEL TALADRO EN LA PARED DEBERÁ SER  $\leq 100$  mm.
  5. MATERIAL DE FABRICACIÓN
    - ACERO: S235
  6. GALVANIZADO CON ESPESOR MÍNIMO SEGÚN REQUERIMIENTOS DE REE:
    - ESPESOR PUNTUAL 75 $\mu$ m
    - ESPESOR MEDIO 90 $\mu$ m
  7. SOLDADURA CONTINUA POR TODO EL PERÍMETRO DEL PERFIL CON ESPESOR DEL CORDÓN DE 3 mm EXCEPTO INDICACIÓN EXPRESA.
  8. TODA LA TORNILLERÍA DEBE SER DE ACERO INOXIDABLE.
  9. CANTIDADES REFERIDAS AL CONJUNTO REPRESENTADO.
  10. COTAS EN mm.

7	TORNILLO CON TUERCA HALFEN O SIMILAR	2	acero galvanizado
6	BRIDA TRIPOLAR	1	aluminio
5	EMPALME REDUCCIÓN	1	acero galvanizado
4	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F	1	acero galvanizado
3	GRAPA PaT ARRUTI GT-150 M12 O SIMILAR	1	latón forjado
2	SOPORTE A PARED SOLDADO A PLETINA	1	acero galvanizado
1	ANCLAJE HILTI HST3 M12x120 O SIMILAR	2	acero Inox.
MARCA	DENOMINACIÓN	CANT.	MATERIAL

0	nov-25	IM3	R.E.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA BADALONA-SAGRERA TÍTULO SOPORTE PARED GALERIA PARA BRIDA TRIPOLAR CON PERFILES INSTALADOS EN PARED
COORD.		HUSO		
CODIGO		J-0Z48-L2693		
A3	1:5			
Nº	V005	HOJA V005 DE 1		



PLANTA FASE 4  
ESCALA 1/750



PLANTA FASE 3  
ESCALA 1/750



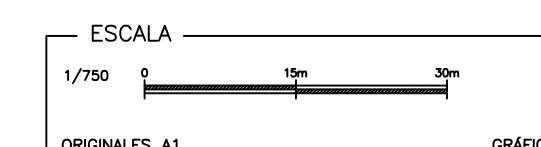
PLANTA FASE 2  
ESCALA 1/750



PLANTA FASE 1  
ESCALA 1/750

LEYENDA

<span style="color: red;">—</span>	CABLES EXISTENTES EN UBICACIÓN ORIGINAL
<span style="color: blue;">—</span>	NUEVOS CABLES
<span style="color: yellow;">—</span>	CABLES EXISTENTES EN DESPLAZAMIENTO
<span style="color: purple;">—</span>	CABLES EXISTENTES REUBICADOS



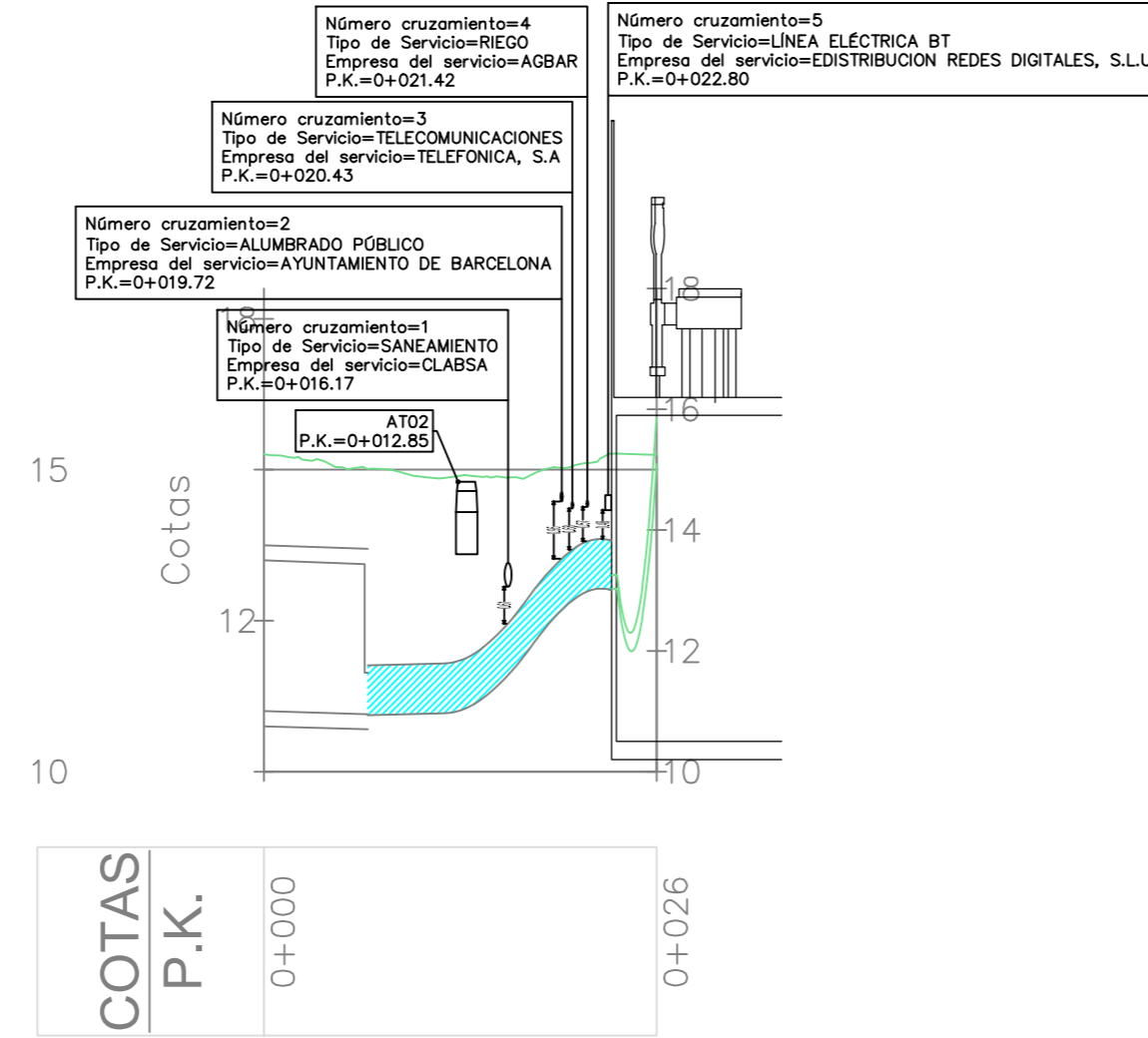
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	RE	CREACIÓN DE PLANO	DESCRIPCIÓN
0	ene-26	IMS				
<p>red eléctrica</p> <p>INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA BADALONA-SAGRERA</p> <p>TÍTULO: SECUENCIA DE ORDEN DE TENDIDO DE LOS CABLES DE POTENCIA</p>						
		COORD. ETR589		HUBO 31		
		CODIGO J-0248-L2693				
		A1		1:750		
		V001		HOJA 1 DE 1		

### PERFIL LONGITUDINAL

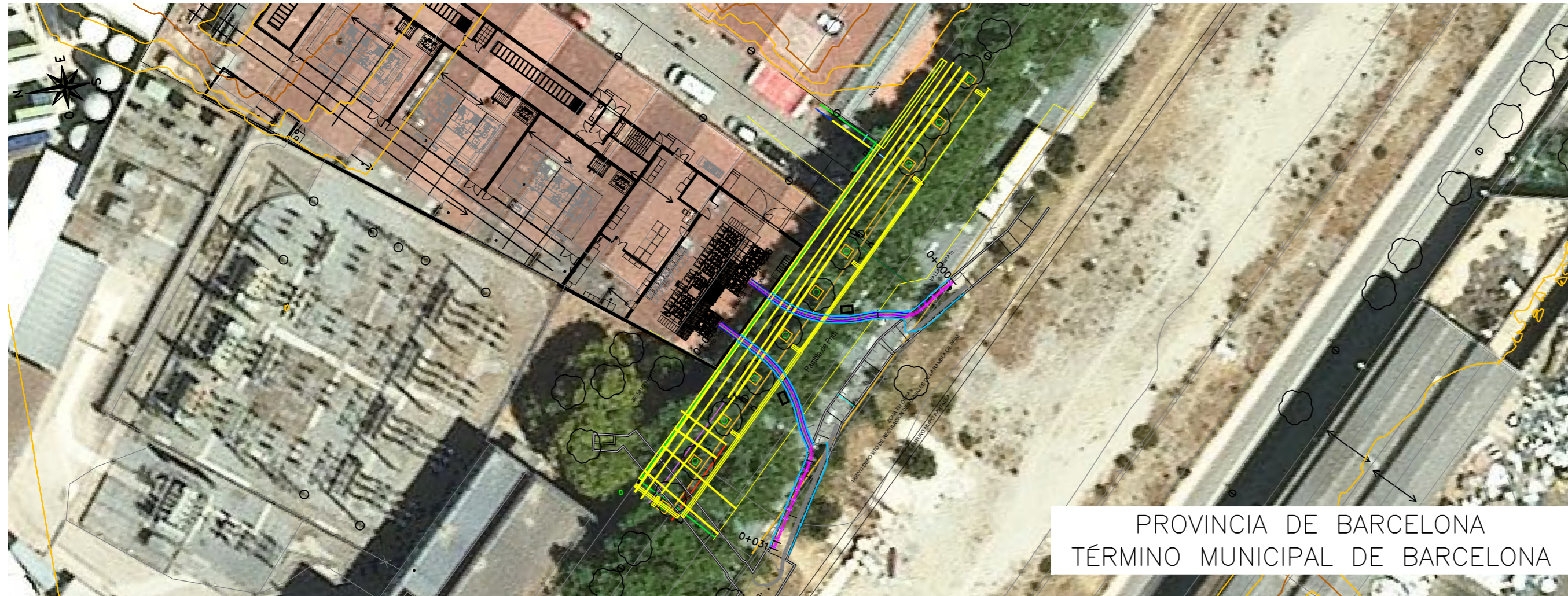
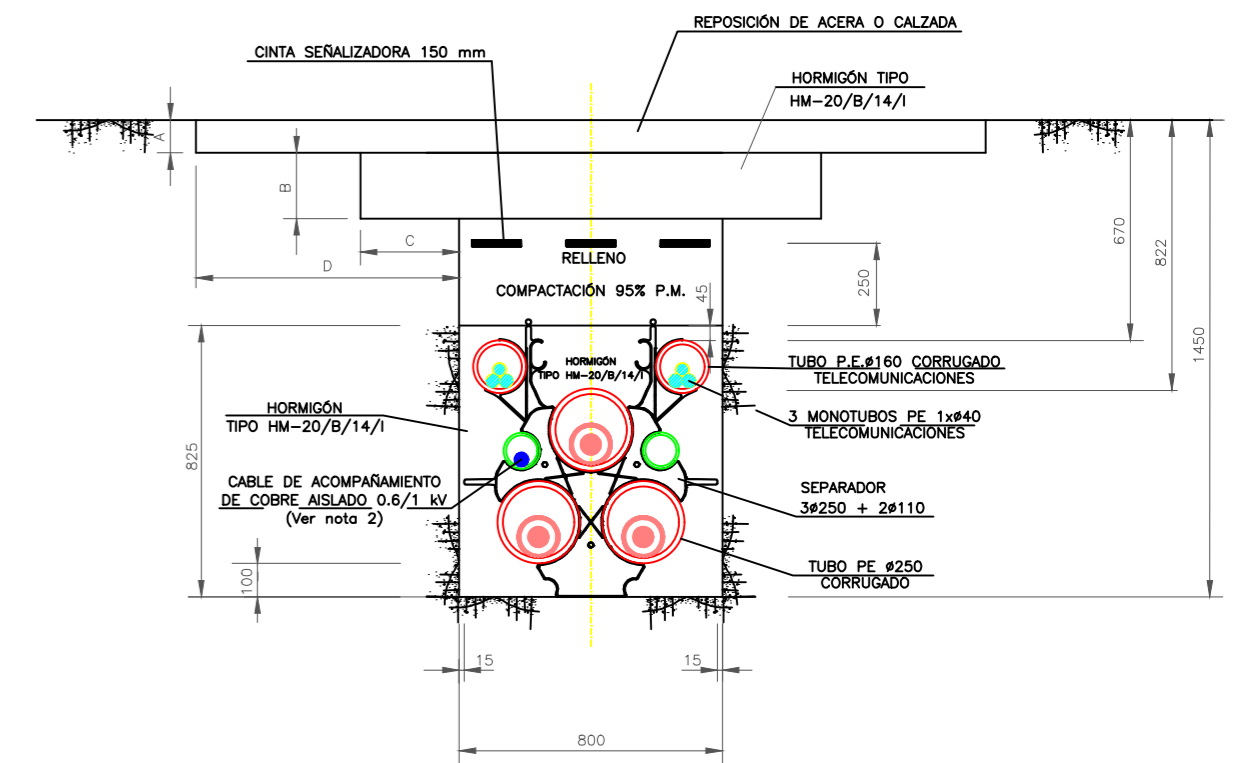
ESCALA H: 1/500 V: 1/125

\*Los servicios afectados reflejados en este documento, tener un valor orientativo.

### PERFIL CIRCUITO2



### CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



PROVINCIA DE BARCELONA  
TÉRMINO MUNICIPAL DE BARCELONA

### PLANTA

ESCALA 1/500

\*Los servicios afectados reflejados en este documento, tener un valor orientativo.

#### LEYENDA PERFIL

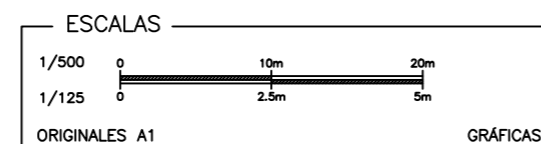
- ZANJA SIMPLE CIRCUITO PERFIL
- CABLE SIMPLE CIRCUITO EXISTENTE (BDL-SGA)
- CABLE SIMPLE CIRCUITO (BDL-VERN)
- CABLE SIMPLE CIRCUITO (SGA-VERN)
- Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 220kV S/P LSC049-B
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES

#### LEYENDA PLANTA

- ZANJA SIMPLE CIRCUITO PLANTA (SGA-VERN)
- ZANJA SIMPLE CIRCUITO PLANTA (BDL-VERN)
- CABLE SIMPLE CIRCUITO (SGA-VERN) EN GALERÍA
- CABLE SIMPLE CIRCUITO (BDL-VERN) EN GALERÍA
- CÁMARA HÍBRIDA SC 220kV S/P LSC049-B
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES

#### LEYENDA SERVICIOS

- Red Eléctrica BT
- Red Eléctrica MT
- Red Eléctrica AT
- Red Saneamiento
- Red Agua
- Red Vodafone/Ono
- Red Alumbrado Público
- Red Nedgia
- Red Telefónica
- Red Fibra
- Red Hidrónicos
- Red Saneamiento Planificada
- Cable Eléctrico detectado con Georadar
- Pluviales
- Servicio desconocido



EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	ene-26	IM3	R.E.	CREACIÓN DE PLANO
red eléctrica INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA BADALONA-SAGRERA				
COORD. ETRS89		HUSO 31		
CODIGO J-0248-L2693		A2 V=1:125 H=1:500		
Nº V006		HOJA 2 DE 2		

# red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

DOCUMENTO 4  
PRESUPUESTO

**DOCUMENTO Nº 4**

**PRESUPUESTO**

**PRESUPUESTO DETALLADO..... 3**

**RESUMEN GENERAL ..... 7**

## PRESUPUESTO DETALLADO

### 1 INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

**TOTAL INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE** **0**

### 1 INGENIERÍA DE PROYECTO

Realización del proyecto de ejecución, incluyendo topografía de detalle y separatas de cruzamientos necesarias para los Organismos afectados de línea subterránea. 0,52 km 23846,92 12.400

**TOTAL INGENIERÍA DE PROYECTO** **12.400**

### 2 GESTIÓN Y TRAMITACIONES

Incluye: Visado del Proyecto de Ejecución, tramitación de expedientes, obtención de los permisos de los propietarios afectados y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Proyecto por parte de la Administración 0,52 km 22534,23 11.718

**TOTAL GESTIÓN Y TRAMITACIONES** **11.718**

### 3 MATERIALES

#### CABLE Y ACCESORIOS

Cable de potencia para 245 kV RHZ1-RA+2OL(AS) 1X2000M+T375AL 684 m 488,98 334.462

Cable 1x240 Single-Point RZ1(AS)0,6/1 XLPE 1120 m 33,29 37.298

Empalme Continuo de Pantallas para 245 kV XLPE 2000MCu+T 50 kA 3 ud. 9000,00 27.000

Empalme con Seccionamiento de Pantallas para 245 kV XLPE 2000MCu+H 50 kA 3 ud. 9120,00 27.360

Material para la Instalación de Cables AT para cada circuito en Cámara de Empalme 1 ud. 2600,00 2.600

Material para la Instalación de Cables AT para cada circuito en Sótano GIS 2 ud. 4000,00 8.000

Terminal GIS IEC62271 para 245 kV 2000MCu+T 50 kA 6 ud. 14297,00 85.782

#### SISTEMA DE P.A.T DE LAS PANTALLAS

Caja Tripolar de Puesta a Tierra Directa Cable Unipolar 1 ud. 4995,90 4.996

Caja Tripolar Sing. Poin. de Puesta a Tierra Directa con Descargadores 1 ud. 5600,00 5.600

Suministro y acopio de pequeño material para conexionado sistema de p.a.t de las pantallas 2 P.A. 0,00 0

#### SISTEMA DE COMUNICACIONES

Cajas empalme FO 4 entradas 2 ud. 608,98 1.218

**CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA**

Cable Dielectrico 48FO G652D	495	m	2.00	990
------------------------------	-----	---	------	-----

**TOTAL MATERIALES****516,658****4 OBRA CIVIL****OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA**

Ejecución zanja SC 220 kV	35	m	261.57	9,066
---------------------------	----	---	--------	-------

Suministro y montaje de arqueta de telecomunicaciones doble	2	ud.	1527.00	3,054
---	---	-----	---------	-------

Ejecución canalización de fibra óptica	0	m	0.00	0
--	---	---	------	---

Impermeabilización de la obra civil por entrada de un circuito en sótano GIS	2	ud.	2225.00	4,450
--	---	-----	---------	-------

Impermeabilización de la obra civil por entrada de un circuito en galería	4	ud.	2225.00	8,900
---	---	-----	---------	-------

**TOTAL OBRA CIVIL****25,470**

---

**5 TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES**

<b>MONTAJE SUBTERRÁNEO</b>	<b>1</b>			
Mandrilado tubo L/SUB>=220kV	35	m	1,20	42
Tendido cable."SINGLE POINT" L/SUB>=220kV	1120	m	4,00	4.482
Tendido cable tubo L/SUB>=220kV	376	m	16,00	6.022
Tendido cable sótano GIS L/SUB>=220kV	20	m	137,00	2.740
Tendido cable galería L/SUB>=220kV	233	m	137,00	31.948
Montaje terminal tipo GIS 220KV	6	ud.	14500,00	87.000
Montaje empalme seccionado 220KV	3	ud.	18000,00	54.000
Montaje empalme continuo 220KV L/SUB	3	ud.	16450,00	49.350
Implantación tendido y montaje L/SUB>=220	2	ud.	9500,00	19.000
Impermeabilización tendido L/SUB>=220kV	6	ud.	1800,00	10.800
Impermeabilización tendido hueco GIS L/SUB>=220kV	2	ud.	1800,00	3.600
Cartelería identificación circuito L/SUB>=220kV	2	ud.	1250,00	2.500
Mandrilado tubo FO L/SUB>=220kV	35	m	1,20	42
Tendido manual tubo cable FO SUB>=220kV	376	m	4,00	1.506
Tendido soplado cable FO L/SUB>=220kV	0	m	3,50	0
Tendido manual galería cable FO SUB>=220kV	233	m	10,00	2.332
Tendido manual sótano cable FO SUB>=220kV	20	m	10,00	200
Prueba presión tubo telecomunicaciones L/SUB>=220kV	1	m	1200,00	1.200
<b>TOTAL MONTAJE SUBTERRÁNEO</b>				<b>276.763</b>
<b>ENSAYOS FINALES</b>				
Ensayos finales. Incluye ensayo de la cubierta exterior del cable, ensayos de tensión con fuente resonante y medida de descargas parciales en terminales y emplames.	2	ud.	30000,00	60.000
Ensayos cable FO	2	ud.	1500,00	3.000
<b>TOTAL ENSAYOS FINALES</b>				<b>63.000</b>
<b>TOTAL TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES</b>				<b>339.763</b>

---

**6 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA**

Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.	1	P.A.	11587.20	11,587
---	---	------	----------	--------

---

<b>TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA</b>				<b>11,587</b>
--	--	--	--	---------------

**7 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD**

Presupuesto de seguridad Obra Civil Línea Subterránea	1	ud.	2151.44	2,151
---	---	-----	---------	-------

Presupuesto de seguridad Tendido y Montaje Línea Subterránea	1	ud.	2567.36	2,567
--	---	-----	---------	-------

Presupuesto de seguridad Pruebas Línea Subterránea	1	ud.	1298.14	1,298
--	---	-----	---------	-------

---

<b>TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD</b>				<b>6,017</b>
---------------------------------------	--	--	--	--------------

**8 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

Presupuesto de gestión de residuos	1	ud.	2253.16	2,253
------------------------------------	---	-----	---------	-------

---

<b>TOTAL PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>				<b>2,253</b>
---	--	--	--	--------------

## RESUMEN GENERAL

### RESUMEN

1 INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE	0 €
2 INGENIERÍA DE PROYECTO	12.400 €
3 GESTIÓN Y TRAMITACIONES	11.718 €
4 PERMISOS Y DAÑOS	0 €
5 MATERIALES	536.427 €
6 OBRA CIVIL	25.470 €
7 TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES	339.763 €
8 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	11.587 €
9 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	6.017 €
10 PRESUPUESTO DE ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	2.253
<b>TOTAL</b>	<b>945.636 €</b>

---

Importa el presente Presupuesto la cantidad de **NOVECIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS**

Siendo el desglose por provincias el siguiente:

**Provincia de Barcelona..... 945,636€**

Barcelona, febrero de 2026

Firmado por el ingeniero:



Colegiado del COIIM [REDACTED]

# red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

DOCUMENTO 5  
ESTUDIO DE SEGURIDAD

## DOCUMENTO Nº 5

### ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

<b>1</b>	<b>OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>MEMORIA .....</b>	<b>5</b>
2.1	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	5
2.2	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	6
2.3	CONTROL DE ACCESOS .....	6
2.4	TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	6
2.5	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA .....	13
2.6	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	17
2.6.1	Medidas de Prevención de Riesgos .....	18
2.6.2	Organización de la Seguridad .....	19
2.6.3	Principios Generales aplicables durante la Obra .....	19
2.6.4	Formación .....	20
2.6.5	Medicina Preventiva .....	21
2.6.6	Medios de Protección.....	21
2.7	INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR)..	21
2.8	DISPOSICIONES DE EMERGENCIA .....	22
2.8.1	Vías de evacuación .....	22
2.8.2	Iluminación .....	22
2.8.3	Instalaciones de suministro y reparto de energía.....	22
2.8.4	Ventilación .....	23
2.8.5	Ambientes nocivos y factores atmosféricos.....	23
2.8.6	Detección y lucha contra incendios.....	23
2.8.7	Primeros auxilios .....	24
2.9	CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD.....	24
<b>3</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>25</b>

3.1	NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN .....	25
3.2	NORMATIVA INTERNA DE REE.....	25
4	CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS.....	26
4.1	CROQUIS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS .....	26
4.2	ENTIBACIÓN .....	28
4.3	PENDIENTES DE SEGURIDAD EN TALUDES.....	28
4.4	SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA .....	30
4.5	SEÑALES GESTUALES.....	31
5	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD.....	32

## **1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD**

Este Estudio establece las medidas de Seguridad que deben adoptarse en los trabajos de remodelación de la línea subterránea de transporte de energía eléctrica a 220 kV Badalona – La Sagrera para realizar la entrada y salida a la nueva subestación de Verneda.

Servirá para dar las directrices básicas de las Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra, facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales Normas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la obra.

La Empresa Contratista quedará obligada a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

RED ELÉCTRICA se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de Seguridad que se apruebe.

## 2 MEMORIA

### 2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra consiste en la remodelación de la línea Badalona – La Sagrera de 220 kV desde la CE07 hasta el GE08 con el fin de realizar la entrada y salida a la nueva subestación de Verneda. Quedando la línea original dividida en dos nuevas líneas. Badalona – Verneda y La Sagrera – Verneda. Se encuentra en el término municipal de Barcelona.

La obra está situada en la provincia de Barcelona.

Resumidamente, la obra consistirá básicamente en realizar las siguientes actividades:

- Obra civil de la canalización.
- Retranqueo del cable existente.
- Tendido y montaje del cable subterráneo y de sus accesorios.

El tramo subterráneo tiene una longitud de 0,52 km de los cuales 0,23 km discurren por el interior de galerías existentes y las siguientes características:

- Conductores: Número de circuitos = Uno. Tres fases de cable aislado RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al por circuito.
- Canalización: Zanja entubada hormigonada simple circuito (800 mm x 1450.0 mm).
- Canalización: Zanja entubada hormigonada doble circuito (1.800 mm x 1.450 mm).
- Cámaras de empalmes: Las dimensiones de las cámaras de empalme son las siguientes:

Concepto	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
Visitable Monobloque Doble Circuito	11,5	2,5	3,15

La excavación en el tramo subterráneo será según la siguiente tabla:

Concepto	Cantidad	Total excavación <sup>3</sup> (m )
Zanja simple circuito (m)	37	43

## 2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

En función de datos estadísticos de obras similares y según consta en el Proyecto para esta obra se considera que los trabajos requerirán los siguientes capítulos

Actividad	Presupuesto (K€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Obra Civil	25	172	1
Armado e Izado	0	0	0
Tendido	333	336	2
Presupuesto adjudicado	<b>358</b> Kilo€uros		
Volumen mano de obra	<b>508</b> Jornadas - hombre		
Punta de trabajadores	<b>25</b> Trabajadores		

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para Obras de Construcción o Ingeniería Civil, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450.000 euros
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas – hombre

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

## 2.3 CONTROL DE ACCESOS

Deberá señalizarse toda la excavación con elementos adecuados para la intemperie. Si se establece la existencia de lugares de paso, estarán protegidos con elementos de resistencia garantizada.

Se colocará la señalización adecuada a lo largo de las excavaciones y para informar al personal ajeno de la prohibición de acceder a la obra.

## 2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los trabajos se realizarán bajo la dirección técnica del técnico competente integrado en la dirección Facultativa.

## DESCRIPCIÓN DE TRAZADO

En caso de que se detectará la existencia de otras infraestructuras subterráneas o canalizaciones, se deberán mantener las siguientes distancias mínimas:

<b>Canalizaciones de Agua</b>	<b>Canalizaciones de Gas</b>	<b>Cables Telecomunicaciones</b>	<b>Otros Cables de Energía Eléctrica</b>
0,20 m.	0,40 m.	0,20 m.	0,25 m.

La relación no exhaustiva de cruzamientos y paralelismos previstos en el tramo subterráneo es:

Relación de cruzamientos Badalona - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
Nº de cruzamiento	Cruzamiento/Paralelismo	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y	Huso	Hoja plano L002
1	Cruzamiento	SANEAMIENTO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,208.48	4,586,312.80	31	1
2	Cruzamiento	SERVICIO DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,208.29	4,586,312.84	31	1
3	Cruzamiento	SERVICIO DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,207.67	4,586,313.02	31	1
4	Cruzamiento	SERVICIO DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,206.17	4,586,313.61	31	1
5	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,103.54	4586432.52	31	1
6	Cruzamiento	ALUMBRADO PUBLICO	AYUNTAMIENTO DE BARCELONA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,105.11	4586435.77	31	1

Relación de cruzamientos Badalona - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
7	Cruzamiento	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA, S.A	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,105.57	4586436.3	31	1
8	Cruzamiento	ABASTECIMIENTO	AGENCIA CATALANA DEL AGUA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,106.14	4586437.12	31	1
9	Cruzamiento	LÍNEA ELÉCTRICA BAJA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,107.06	4586438.08	31	1

Tabla 4.1. Relación de cruzamientos y paralelismos. Tramo Badalona - Verneda

Relación de cruzamientos La Sagrera - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
Nº de cruzamiento	Cruzamiento/Paralelismo	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y	Huso	Hoja plano L002
1	Cruzamiento	LÍNEA ELÉCTRICA BAJA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,102.89	4586442.34	31	2
2	Cruzamiento	ABASTECIMIENTO	AGENCIA CATALANA DEL AGUA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,101.94	4586441.42	31	2
3	Cruzamiento	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA, S.A	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,101.09	4586440.6	31	2

Relación de cruzamientos La Sagrera - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
4	Cruzamiento	ALUMBRADO PÚBLICO	AYUNTAMIENTO DE BARCELONA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,100.60	4586440.17	31	2
5	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,097.87	4586438.43	31	2
6	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,059.64	4586464.43	31	2
7	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,060.35	4586477.05	31	2
8	Cruzamiento	SANEAMIENTO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,060.39	4586476.84	31	2
9	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,059.64	4586479.37	31	2
10	Cruzamiento	LÍNEA ELÉCTRICA MEDIA	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,053.72	4586484.89	31	2

Relación de cruzamientos La Sagrera - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
		TENSION								
11	Cruzamiento	LÍNEA ELÉCTRICA BAJA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,049.20	4586491.47	31	2
12	Cruzamiento	ONO	VODAFONE ONO, S.A.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	433,008.49	4586533.35	31	2
13	Cruzamiento	ABASTECIMIENTO	AGENCIA CATALANA DEL AGUA	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,996.53	4586545.68	31	2
14	Cruzamiento	LÍNEA ELECTRICA MEDIA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,996.34	4586546.03	31	2
15	Cruzamiento	LÍNEA ELECTRICA MEDIA TENSION	EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,985.96	4586556.59	31	2
16	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,985.92	4586556.66	31	2

Relación de cruzamientos La Sagrera - Verneda							COORDENADAS UTM ETRS 89			
17	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,969.21	4586573.87	31	2
18	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,955.63	4586587.88	31	2
19	Cruzamiento	HÍDRICOS	AGBAR	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,949.07	4586594.77	31	2
20	Cruzamiento	SANEAMIENTO PLANIFICADO	CLABSA. GESTIÓ AVANÇADA DEL DRENATGE URBÀ	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,941.70	4586602.25	31	2
21	Cruzamiento	HÍDRICOS	AGBAR	Cataluña	Barcelona	Barcelona	432,932.32	4,586,620.91	31	2

Tabla 4.2. Relación de cruzamientos y paralelismos. Tramo La Sagrera - Verneda

Los trabajos mencionados, aunque se realicen por varias Empresas, no se interferirán entre sí por ejecutarse en lugares geográficamente distintos, sin compartir siquiera las vías de accesos.

## 2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

### Zanja hormigonada

La zanja tipo tendrá unas dimensiones de 800 mm de anchura y 1.450 mm de profundidad para la zanja de simple circuito y 1.800 mm de anchura y 1.450 mm de profundidad en el caso de doble circuito.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250.0 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE010 incluido en el Documento 3 - Planos. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo "Single Point" (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas "Single Point", pero se incluirá aunque no sea éste el tipo de conexión de pantallas utilizado. Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE010 incluido en el Documento 3 - Planos. Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar los tubos de telecomunicaciones, de tal forma que se colocará un cuatritubo de polietileno de 4 x 40 mm de diámetro exterior en el soporte brida de cada terna de tubos. En el caso de las líneas de simple circuito se colocarán dos cuatritubos sujetos ambos al mismo soporte brida. Los cuatritubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm, presión nominal 10 bar y coeficiente de rozamiento menor 0,08.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 12.5 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la

operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm.

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

A continuación, se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones en los soportes de los separadores. Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 5 mm.

Una vez colocados los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según los planos nº LSZ001-Q y LSZ002-Q incluido en el Documento 3 - Planos. Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o zahorra normal al 95%

P,M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según norma UNE 48103.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

Las reposiciones de pavimentos se realizarán según las normas de los organismos afectados, con reposición a nuevo del mismo existente antes de realizar el trabajo. Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que el organismo afectado indique un espesor superior.

En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra. Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer, serán de las mismas características que las existentes.

#### Cámaras de empalmes

Las cámaras de empalme serán prefabricadas, de una sola pieza y estancas. Se ajustarán a la pendiente del terreno con un máximo del 10%.

La colocación de la cámara se deberá efectuar con una grúa adecuada.

Una vez colocada la cámara en su sitio se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara y a la unión de los anillos exteriores con la puesta a tierra interior.

Una vez cerrada la tapa de la boca de tendido y antes de rellenar el espacio entre la cámara y el terreno con hormigón de limpieza, habrá que rellenar los huecos libres entre el tubo de ayuda al tendido y el pasamuros con lana de roca y posteriormente mortero, para evitar que el hormigón se una a la tapa de la boca de tendido, inutilizándola.

Si las características del terreno hacen inviable el transporte y colocación de este tipo de cámaras, se utilizarán cámaras modulares con las características que se detallan a continuación.

Las cámaras de empalme serán prefabricas de hormigón armado y deberán ir colocadas sobre una losa de hormigón armado nivelada con las características definidas en el plano correspondiente.

Una vez colocada la cámara en su sitio se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara. Una vez embocados los tubos se procederá a su sellado.

Para finalizar estas tareas se rellenara el espacio entre la cámara y el terreno con un hormigón de limpieza tipo HM -12,5 hasta una cota de 300 mm por debajo de la cota del terreno.

### Acopio

Los materiales a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos.

Se almacenarán en la campa que cada Adjudicatario determine, en ubicación estable y de allí serán reenviados a cada punto de trabajo.

### Tendido

El tendido de los cables subterráneos consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización.

El manejo de la bobina de cable se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la misma 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.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabestrante. Tanto el cabestrante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

### Conexionado

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 el tendido de los cables a lo largo del apoyo de paso aéreo-subterráneo, estos irán sujetos mediante las abrazaderas correspondientes al apoyo, con una separación entre los puntos de fijación tal que garantice la ausencia de desplazamientos de los cables por efectos electromagnéticos. Los cables irán protegidos hasta una altura mínima de 3 metros sobre el suelo.

### Puesta en Servicio

En esta fase se procede a conectar eléctricamente la nueva línea “E/S Verneda L/Sagrera-Badalona220”

## 2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos han de considerar que la evaluación de riesgos concerniente a cada una de las actividades de construcción de líneas supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, las máquinas y equipos que se manejen, las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y ordenación del trabajo, que influyen en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

La valoración de riesgos en cada momento se conocerá tras realizar inspecciones de los trabajos. Para ello se establecen criterios en el apartado “Seguimiento y Control de los Trabajos”

No obstante, se prevé que los riesgos que se pueden presentar en la actividad de Construcción de líneas están reflejados en la siguiente tabla:

Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos Hundimiento de hoyos cimentaciones

Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura)
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación infrarroja o a radiación visible o luminosa.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) Carga dinámica (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento.

Situaciones pormenorizadas de riesgo

### 2.6.1 Medidas de Prevención de Riesgos

De forma general, las medidas de prevención y de protección para cada uno de los riesgos se detallan en la Normativa indicada en el Pliego de Condiciones, ya sean las de carácter legal o la normativa interna de Red Eléctrica.

Asimismo deben estar recogidas en el Manual de Seguridad de las Empresas Contratistas.

Las Empresa adjudicatarias asumirán estas normas como obligado cumplimiento. Si se adoptaran otras medidas específicas o su exposición más detallada, deben ser concretadas y desarrolladas en el Plan de Seguridad que las Empresas Adjudicatarias deben elaborar.

### **2.6.2 Organización de la Seguridad**

#### Coordinador en Materia de Seguridad y Salud

Las tareas de Obra Civil, Armado e Izado y Tendido estarán programadas en periodos distintos y en espacios no interferidos, no obstante, sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, si se dieran alguna de las condiciones por las que se precisase nombrar un Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, RED ELÉCTRICA en su calidad de Promotor procederá a tal nombramiento.

#### Jefe de Trabajo de la Empresa Contratista

Las personas que ejerzan in situ las funciones Jefes dirigiendo y planificando las actividades de los operarios garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

La persona que ejerza las funciones de Jefe de Obra de la Empresa Contratista garantizará que los trabajadores conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en este documento.

#### Vigilante de Seguridad de la Empresa Contratista

La empresa Contratista está obligada a reflejar en el Plan de Seguridad que elabore el nombre de una persona de su organización que actuará como su Vigilante de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, actuando como apoyo del Jefe de Obra en las tareas preventivas.

### **2.6.3 Principios Generales aplicables durante la Obra**

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.

Dar las debidas instrucciones a los empleados.

El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo, almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

La eliminación o evacuación diaria de residuos y escombros.

La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el Contratista.

Las interacciones e incompatibilidades con los trabajos de mantenimiento que se realicen en la Subestación.

#### **2.6.4 Formación**

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad. No obstante en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar.

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad, antes de incorporarse al trabajo, explicándoseles los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado” o “personal cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001. Esta clasificación vendrá reflejada en el listado de personal para la obra.

### **2.6.5 Medicina Preventiva**

Reconocimientos médicos

La Empresa Contratista queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos, un reconocimiento médico previo a su ingreso, respetando la clasificación de puesto de trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores propios pasarán un reconocimiento periódico al menos una vez al año. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento RED ELÉCTRICA podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

### **2.6.6 Medios de Protección**

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, haciéndose especial hincapié a los artículos 4,5,6 y 7, referentes a: Criterio para el empleo de los EPI; Condiciones que deben reunir los EPI; Elección de los EPI y Utilización; Mantenimiento de los EPI, respectivamente.

## **2.7 INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR)**

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínima de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo y analizando el Anexo V, se considera que en una obra de evolución

continua a realizar a lo largo de la línea y en campo abierto, no es posible la instalación de casetas de obra.

En localidades próximas se habilitará Almacén o Dependencias para descanso y aseo de los trabajadores el Contratista dispondrá de una caseta de obra para ser usada como lugar de descanso.

## 2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

### 2.8.1 Vías de evacuación

Dadas las características de la obra, línea subterránea, no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

### 2.8.2 Iluminación

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

Los lugares de trabajo en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente si se realizan actividades durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural, como dentro de la galería.

### 2.8.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía

Se empleará un grupo electrógeno pequeño para el suministro puntual de la energía eléctrica que requiere algún equipo de trabajo.

El suministro de energía en la obra se utilizará de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Por tratarse de equipos de intemperie, el grado de protección será IP45 para los envolventes y las tomas de corriente.

Cuando se trate de otras instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

#### **2.8.4 Ventilación**

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra exceptuando en los casos siguientes. En los trabajos en galerías, sótanos GIS, centros subterráneos, etc. Previo al acceso al recinto y durante su permanencia en el mismo, se procederá a las determinaciones higiénicas oportunas de la atmósfera confinada que permitan conocer si los valores de oxígeno son suficientes o si los niveles de contaminantes tóxicos o inflamables están por encima de los niveles máximos permitidos. Los trabajos a realizar en este tipo de recintos deberán en todo momento tener vigilancia desde el exterior, con una comunicación continua entre los trabajadores que permanezcan en el interior y exterior del recinto confinado. Tomándose todas las debidas precauciones para que se les pueda prestar auxilio eficaz e inmediato. Dado que será necesario utilizar herramientas o máquinas que producen gases o vapores que reducen de forma peligrosa la concentración de oxígeno (<18%), y no esta asegurada una buena renovación del aire existente en el lugar de trabajo, se instalará un sistema de ventilación de aire limpio. Al preverse la existencia de contaminantes inflamables, las herramientas a utilizar serán compatibles con el riesgo detectado (herramientas antideflagrantes).

#### **2.8.5 Ambientes nocivos y factores atmosféricos**

Para los trabajos a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

A criterio del responsable de los trabajos, las actividades de su personal serán suspendidas cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los trabajadores.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo,...), sin la protección adecuada.

#### **2.8.6 Detección y lucha contra incendios**

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitarlos se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza. Los restos de obra serán apilados en lugar apartado.

La obra dispondrá de extintores en la cantidad indicada en el apartado presupuesto. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

### **2.8.7 Primeros auxilios**

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el 112. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La Empresa Contratista deberá disponer un botiquín de obra para prestar primero auxilios. Asimismo siempre deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista expondrá, de forma bien visible, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección del Centro de Asistencia a posibles accidentados.

## **2.9 CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD**

El Plan de Seguridad que elabore la Empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del Jefe de Trabajo y del Coordinador de Seguridad.

### **3 PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN**

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

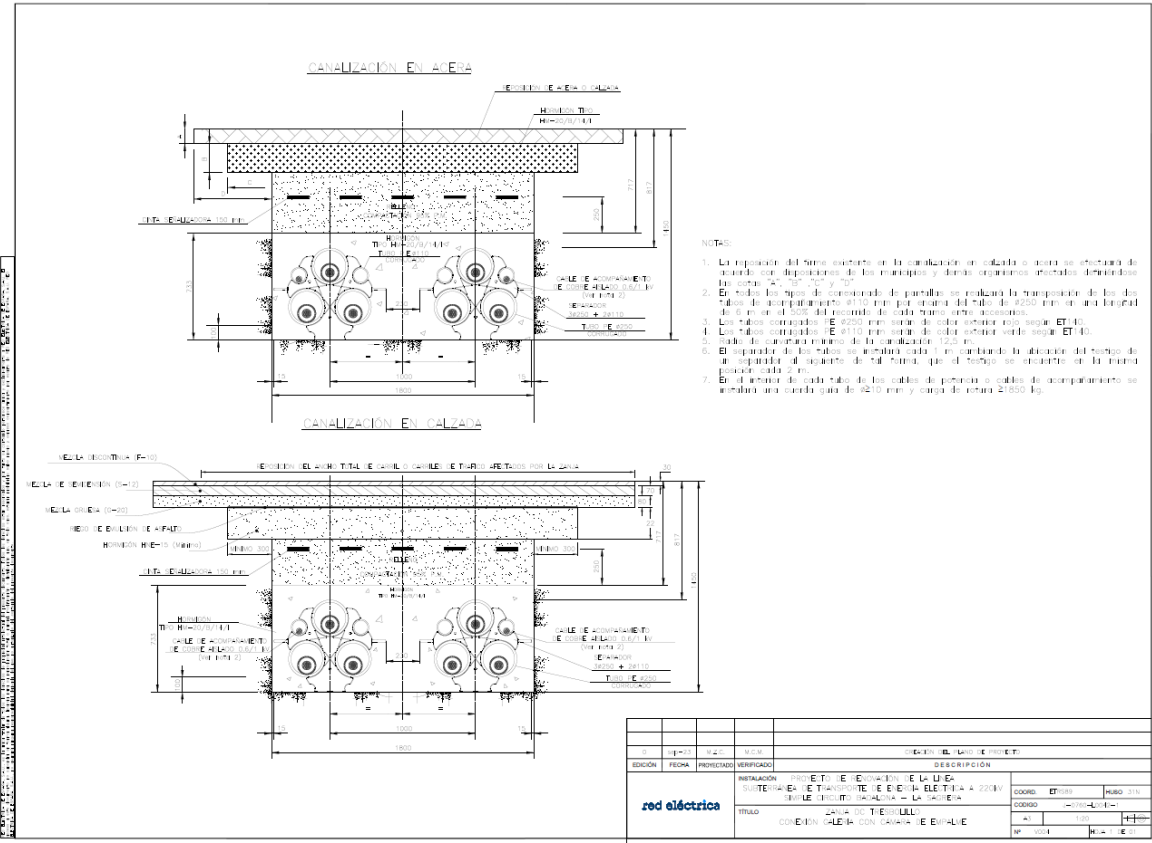
- Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención De Riesgos Laborales
- Ley 54/03 de 12 de Diciembre de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/97 de 24 de Octubre sobre Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Las obras De Construcción
- RD 171/04 de 30 Enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 614/2001 de 8 de Junio sobre Disposiciones Mínimas Para La Protección De La Salud Y Seguridad De Los Trabajadores Frente Al Riesgo Eléctrico
- R.D. 1215/97 de 18 de Julio sobre Equipos De Trabajo
- R.D. R.D. 1644/ 2008, de 10 de Octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- R.D. 486/97 de 14 de Abril sobre Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Los Lugares De Trabajo
- R.D. 487/97 de 14 de Abril sobre Manipulación Manual De Cargas
- R.D. 773/97 de 30 de Mayo sobre Utilización Por Los Trabajadores De Equipos De Protección Individual

#### **3.2 NORMATIVA INTERNA DE REE**

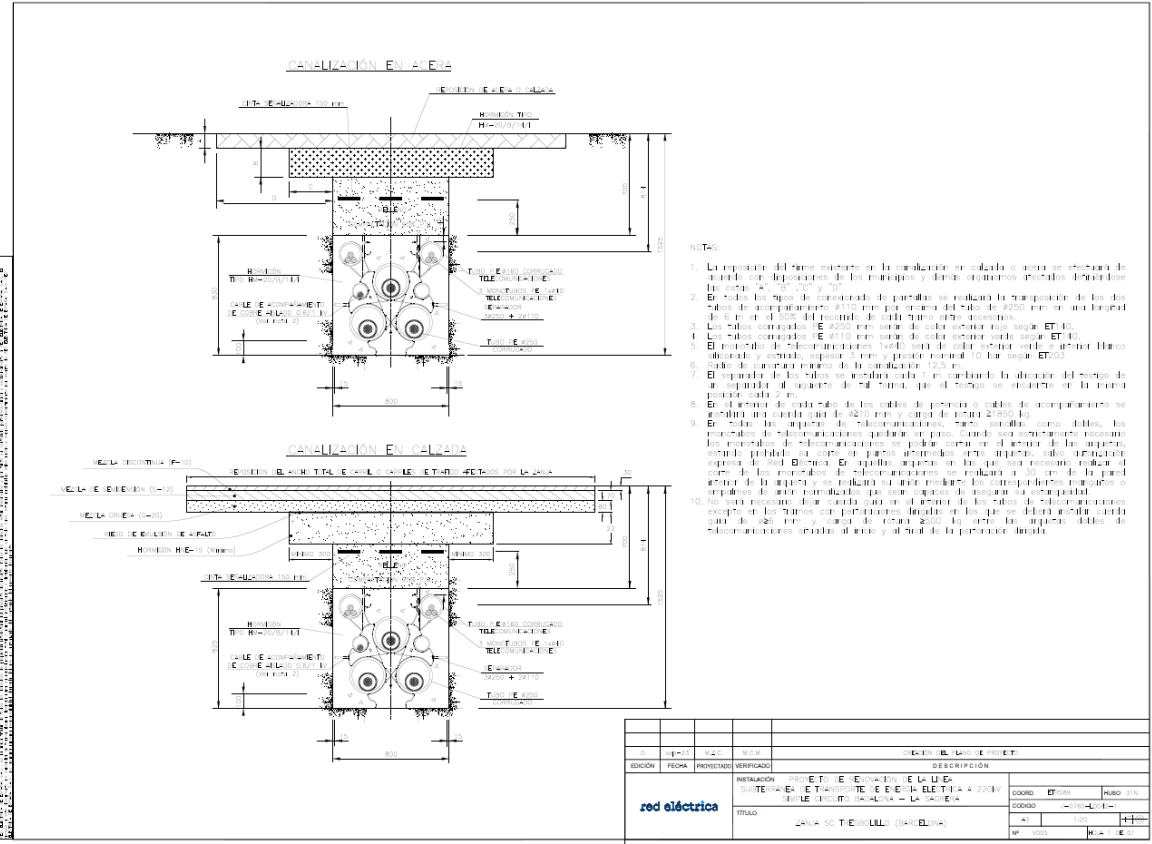
La ejecución de la obra queda igualmente condicionada por la normativa de RED ELÉCTRICA que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la obra.

- TM001. Organización de los Trabajos en instalaciones eléctricas de A.T.
- IM001. Medidas de seguridad en instalaciones de AT para trabajos en tensión
- IM002. Medidas de Seguridad en instalaciones de A.T. para trabajos sin tensión.
- IM016. Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos
- AM004. Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas
- AM005. Trabajos de manutención manual y mecánica.
- IC003. Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros





EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	COORD.	PROB.	OTRO
				PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220KV EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA CALLEJA	COORD. ET 100	PROB. 01N	
				TÍTULO CANALIZACIÓN EN ALCEA Y EN CALZADA	AL	100	+
				CONTENIDO: CANALIZACIÓN EN ALCEA Y EN CALZADA	WF 1004	WF 1004	WF 1004



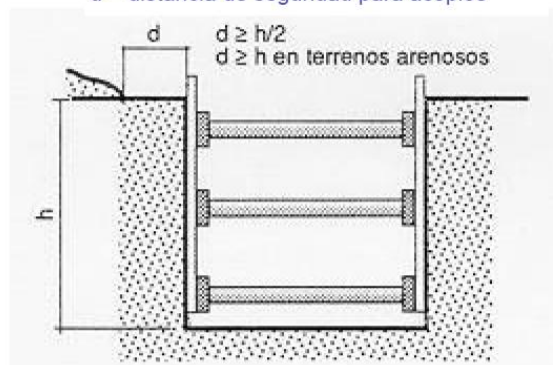
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	COORD.	PROB.	OTRO
				PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220KV EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA CALLEJA	COORD. ET 100	PROB. 01N	
				TÍTULO CANALIZACIÓN EN ALCEA Y EN CALZADA	AL	100	+
				CONTENIDO: CANALIZACIÓN EN ALCEA Y EN CALZADA	WF 1004	WF 1004	WF 1004

## 4.2 ENTIBACIÓN

En el siguiente apartado se pueden observar ejemplos de entibación de canalizaciones subterráneas.

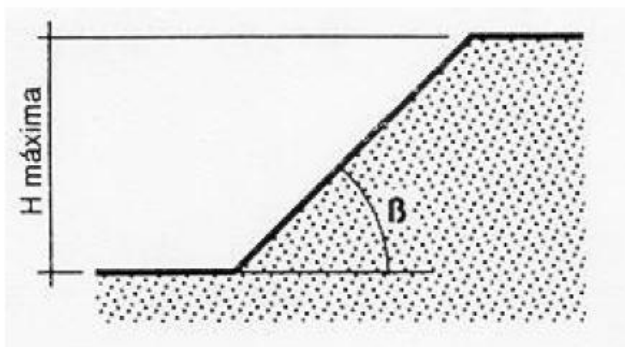


$d$  = distancia de seguridad para acopios



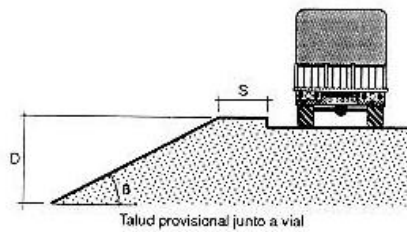
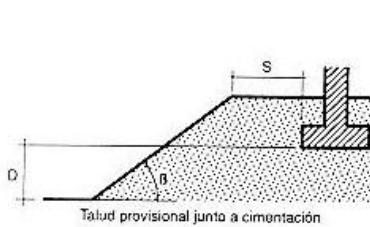
## 4.3 PENDIENTES DE SEGURIDAD EN TALUDES

En la siguiente tabla se puede determinar la altura máxima para taludes libres de sollicitaciones y distancias de seguridad para cargas próximas.



**Determinación de la altura máx. admisible para taludes libres de solicitaciones**

Tipo de terreno	Angulo de talud $\beta$	Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcillas y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcillas y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcillas y limos poco plásticos.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
Arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00



Determinación de la distancia de seguridad "s" para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de sollicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

#### 4.4 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA

Este tipo de señales están establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

##### SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.



##### SEÑALES DE OBLIGACIÓN




Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).









## 4.5 SEÑALES GESTUALES

Este tipo de señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

- Gestos Generales
- Movimiento Verticales
- Movimientos horizontales
- Peligro

GESTOS GENERALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder:	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia.	

PELIGRO		
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

## 5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

<b>Fase de trabajo:</b>	<b>Tendido y Montaje</b>
Duración del trabajo: (meses)	1
Total Operarios previstos:	7
Operarios nuevos previstos:	2

### Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	2	42.3	84.6
2	Arnés de seguridad homologado	0.5	0	146.1	-
3	Dispositivo anticaída deslizante y compl.	0.5	0	90.3	-
5	Guantes de montador	12	10	4.4	43.8
6	Botas de seguridad	2	2	46.6	93.2
7	Ropa de trabajo	1.25	1	69.2	69.2
8	Traje impermeable	2	2	28.3	56.7
<b>Coste Parcial</b>					<b>347.5</b>

### Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	88	11	1.1	11.9
2	Complementos para Línea de Seg.	3.5	1	28.8	28.8
3	Verificador de tensión	0.5	1	450.8	450.8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	0.5	1	93.2	93.2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60.2	60.2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18.0	18.0
7	Extintores	2	1	30.8	30.8
<b>Coste Parcial</b>					<b>693.6</b>

### Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	14	34.0	476.0
2	Reconocimientos médicos	2	30.6	61.2
<b>Coste Parcial</b>				<b>537.2</b>

### Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	29.09090909	34.0	989.1
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34.0	-
<b>Coste Parcial</b>				<b>989.1</b>

**Coste Total Tendido 2,567.4**

**Fase de trabajo:****Pruebas**

Duración del trabajo: (meses)

1

Total Operarios previstos:

3

Operarios nuevos previstos:

1

**Material de asignación personal**

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	0	42.3	-
2	Arnés de seguridad homologado	0.5	0	146.1	-
3	Dispositivo anticaída deslizante y compl.	0.5	0	90.3	-
5	Guantes de montador	12	2	4.4	8.8
6	Botas de seguridad	2	0	46.6	-
7	Ropa de trabajo	1.25	0	69.2	-
8	Traje impermeable	2	0	28.3	-
<b>Coste Parcial</b>					<b>8.8</b>

**Material de asignación colectiva**

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	38	2	1.1	2.2
2	Complementos para Línea de Seg.	1.5	1	28.8	28.8
3	Verificador de tensión	0.5	1	450.8	450.8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	0.5	1	93.2	93.2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60.2	60.2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18.0	18.0
7	Extintores	2	1	30.8	30.8
<b>Coste Parcial</b>					<b>683.9</b>

**Formación + Medicina preventiva**

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	6	34.0	204.0
2	Reconocimientos médicos	1	30.6	30.6
<b>Coste Parcial</b>				<b>234.6</b>

**Control de la Seguridad**

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	10.90909091	34.0	370.9
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34.0	-
<b>Coste Parcial</b>				<b>370.9</b>

**Coste Total Tendido 1,298.1**

## Resumen Presupuestos ( € )

Nº Kms. Traza

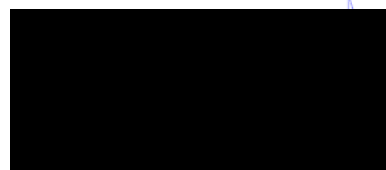
0.52

	Obra Civil Subterráneo	Tendido Subterráneo	Pruebas y ensayos	Obra Civil Aéreo	Armado e lizado	Tendido y Engrapado
Material de asignación personal	435	347	9	-	-	-
Material de asignación colectiva	312	694	684	-	-	-
Formación + Medicina preventiva	741	537	235	-	-	-
Control de la Seguridad	664	989	371	-	-	-
<b>Total</b>	<b>2,151</b>	<b>2,567</b>	<b>1,298</b>	-	-	-
<b>Cantidad Total Presupuestada</b>	<b>6,017 €</b>					
<b>Coste por km</b>	<b>4,137 €</b>	<b>4,937 €</b>	<b>2,496 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de: SEIS MIL DIECISIETE EUROS

Barcelona, febrero de 2026

Firmado por el Ingeniero



Colegiado del COIIM



# red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

DOCUMENTO 6  
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

**DOCUMENTO Nº 6**

**RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS**

**1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA .....3**

**1.1 JUSTIFICACIÓN.....3**

**1.2 AFECCIONES.....4**

**1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS .....6**

**ANEXO: PLANOS PARCELARIOS .....8**

## **1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA**

RED ELECTRICA DE ESPAÑA S.A.U. en adelante RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Por ello, en cumplimiento de lo prescrito en las citadas leyes, se integra en este Proyecto de Ejecución, el presente anexo de afecciones a los mencionados efectos de urgente ocupación de la Ley de Expropiación Forzosa, en lo relativo a los bienes y derechos afectados por el procedimiento de expropiación forzosa del pleno dominio o para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica y servicios complementarios, en su caso, tales como caminos de acceso u otras instalaciones auxiliares.

Asimismo, a los efectos del artículo 56.2 de la citada Ley 24/2013, en la citada relación de bienes y derechos, se mencionan los terrenos de dominio, uso o servicio público, o patrimoniales del Estado, o de las Comunidades Autónomas, o de uso público propios o comunales de la provincia o municipio, obras y servicios de los mismos, así como otros bienes o derechos pertenecientes a organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectadas.

En el correspondiente expediente administrativo RED ELÉCTRICA asumirá la condición de entidad beneficiaria.

### **1.1 JUSTIFICACIÓN**

RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado remodelar la línea subterránea de transporte de energía eléctrica, Badalona – La Sagrera de 220 kV. con una longitud de 5,217 kilómetros, que conecta la subestación de BADALONA, situada en el término municipal de Sant Adrià de Besòs (provincia de Barcelona), con la subestación de LA SAGRERA situada en el término municipal de Barcelona (provincia de Barcelona). El fin de la remodelación es realizar la entrada y salida a la nueva subestación de Verneda. Quedando la línea original dividida en dos nuevas líneas. Badalona – Verneda y La Sagrera – Verneda.

La citada actuación se encuentra recogida en el documento de «Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026», aprobada mediante Acuerdo del Consejo de Ministros de fecha 22 de marzo de 2022 y publicada por Resolución de la Secretaria de Estado de Energía de fecha 8 de abril de 2022 («Boletín Oficial del Estado» n.º 93, de 19 de abril de 2022). Dicha instalación está incluida en la citada Planificación con el nombre E/S Verneda L/Sagrera-Badalona 220 kV.

## 1.2 AFECCIONES

El establecimiento de la línea de subterránea a 220 kV denominada “E/S Verneda L/Sagrera-Badalona220”, requiere la expropiación de los bienes y derechos necesarios para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica, con el alcance y efectos establecidos en el art. 56 y siguientes de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico (LSE) y en el artículo 149.1 del 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, así como con las limitaciones que se derivan de lo dispuesto en el citado Real Decreto 1955/2000 y en el 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

En virtud de lo dispuesto en el art. 57 de la Ley 24/2013 (LSE) y en lo que resulte de aplicación del artículo 158 del Real Decreto 1955/2000, la servidumbre de paso de energía eléctrica tendrá la consideración de servidumbre legal y Los tipos de afecciones motivadas por la construcción de la instalación proyectada del tramo subterráneo, son las siguientes:

- **Servidumbre permanente** de paso de la línea subterránea definida por la franja de terreno corresponde con la anchura de la zanja (0,8 metros para simple circuito y 1,8m para doble circuito) por donde discurrirán los cables más una distancia de seguridad a cada lado de una anchura igual a la mitad de la anchura de la zanja ( $\frac{1}{2}$  0,8 metros a cada lado para el simple circuito y  $\frac{1}{2}$  1,8 metros a cada lado para el doble).

Se considerará una afección permanente en las arquetas de telecomunicaciones de 1400x1925 mm. para las arquetas dobles.

La servidumbre subterránea de zanjas, perforaciones dirigidas, cámaras de empalme y arquetas de telecomunicaciones llevará implícita la servidumbre de acceso, por la que deberá mantenerse libre el paso al personal y elementos necesarios para la vigilancia, mantenimiento reparación y renovación de la instalación, con pago, en su caso de los daños que pudieran ocasionarse.

La implantación de la servidumbre subterránea de zanjas, perforaciones, cámaras de empalme y arquetas de telecomunicaciones llevará implícita las siguientes limitaciones:

- A. Prohibición de plantar árboles o arbustos o cualquier elemento de raíces profundas, así como realizar trabajos de arada, movimientos de tierra o similares a profundidad superior a 50 cm.
- B. Prohibición de realizar cualquier tipo de obra, instalación o construcción, aun cuando tenga carácter provisional o temporal, sin autorización expresa de RED ELÉCTRICA y con las condiciones que en cada caso fije el Organismo competente en materia de instalaciones eléctricas, ni efectuar acto alguno que pueda dañar o perturbar el buen funcionamiento de la línea eléctrica y sus elementos anejos, así como ocultar o dificultar la visibilidad de los registros.

- **Ocupación temporal** de los terrenos necesarios en la fase de ejecución de obra: Con carácter general la ocupación temporal se define como una franja de terreno de una anchura de 3 m a cada lado de la ocupación permanente para el caso de la línea subterránea.

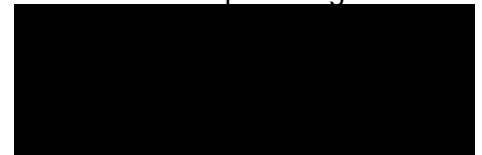
En los apartados y planos correspondientes del presente anexo de afecciones, se describen en sus demás aspectos los bienes y derechos de necesaria expropiación forzosa.

### 1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La construcción de la línea eléctrica a 220 kV, “E/S Verneda L/Sagrera-Badalona 220 kV” supone la afección, en los términos legalmente previstos, de las parcelas que se indican en la relación que figura en el cuadro adjunto y que a su vez quedan reflejadas en los planos de proyecto y en los planos parcelarios anexos a este documento.

Barcelona, febrero de 2026

Firmado por el ingeniero:



Colegiado del COIIM

## E/S Verneda L/Sagrera-Badalona220(AnexoI)

Los Organismos Oficiales se incluyen con carácter informativo.

### RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS DE LÍNEA SUBTERRÁNEA Y ACCESOS

#### T.M. Barcelona (Barcelona) Tramo Subterráneo

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea(m <sup>2</sup> )	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup.Cámara de empalme / Arqueta Telecom.(m <sup>2</sup> )	Tala/Poda/Desbroce (m <sup>2</sup> )	Zona de seguridad (m <sup>2</sup> )	Ocupación Temporal (m <sup>2</sup> )	Acceso a la cámara de empalme	Servidumbre de Paso(m <sup>2</sup> )	Natural eza del terreno
1	Ajuntament de Barcelona	8900APOLP001	-	-	49	ATD01N, ATD02N	6	-	-	177	-	-	Vial de dominio público Rambla Prim 258

## ANEXO: PLANOS PARCELARIOS

Código de proyecto  
J-0Z48-L2693-1

Nº de plano  
L003

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA  
SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA A 220 kV SC E/S EN SE VERNEDA DE LA  
LÍNEA BADALONA-SAGRERA**

	Parcela de proyecto
Manzana Nº	Manzana
Pol Nº	Polígono Catastral
	Límite Polígono catastral
	Límite Término Municipal
	Eje/Traza
	Apoyo y anillo de puesta a tierra
	Servidumbre de vuelo
	Ocupación Temporal
	Servidumbre de Paso/Acceso
	Sup. zona límite de seguridad
Tratamiento de vegetación actual o potencial (Implica ocupación temporal)	
	Tala
	Poda
	Cámara de empalme
	Arqueta telecomunicaciones
	Servidumbre subterránea
	Servidumbre existente

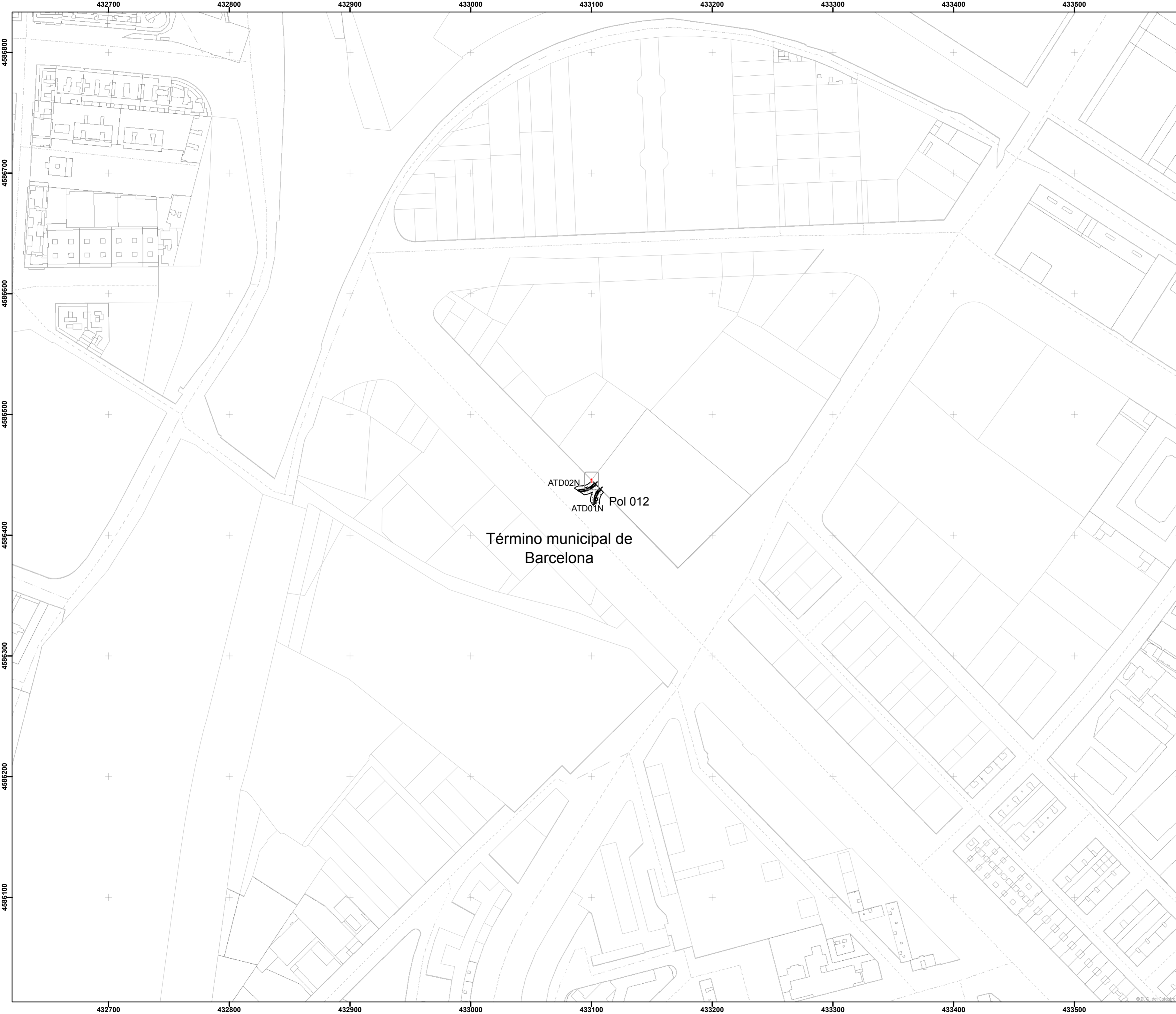


Sistema de coordenadas:  
ETRS 1989 UTM Zone 31N

Escala 1:2.000

Formato A2

HOJA 1 de 1



# red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

DOCUMENTO 7  
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

**DOCUMENTO Nº 7**

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

<b>1 DOCUMENTACIÓN GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS.....</b>	<b>3</b>
<b>3 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO SEGÚN ITC-LAT-02 .....</b>	<b>5</b>

## 1 DOCUMENTACIÓN GENERAL

La documentación a aplicar, en su última edición, en la ejecución del presente proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 223/2008 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normativa interna de Red Eléctrica.
- Normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según ITC-LAT02

## 2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

A continuación se indican la normativa interna de Red Eléctrica que cumple el presente proyecto:

### a) Suministro de materiales

- ET025 – Pararrayos de alta tensión.
- ET044 – Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones.
- ET129 – Suministro de cables aislados 127/220 kV.
- ET140 – Suministro de tubos corrugados de doble pared para líneas subterráneas.
- ET141 – Cinta para señalización de las líneas subterráneas.
- ET144 – Suministro de empalmes para cables aislados de 127/220 kV de aislamiento extruido.
- ET148 – Cajas de empalme para cables de fibra óptica.
- ET183 – Suministro de terminales GIS para cables aislados 127/220 kV de aislamiento extruido.
- ET202 – Arquetas de telecomunicaciones para líneas subterráneas.
- ET203 – Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas.
- ET205 – Suministro de cámaras de empalme prefabricadas registrables.
- ET254 – Suministro de cables para el sistema de conexión en pantallas en líneas subterráneas.

- Ref: REE/NORM/2012/07 – Guía de afecciones y señalización en los proyectos de ejecución de líneas subterráneas
- Ref: REE/NORM/2017/35 – Guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas.

#### **b) Ejecución de trabajos**

- AM004 – Aplicación de la línea de seguridad en trabajos en altura.
- AM005 – Trabajos de mantenimiento manual y mecánica.
- AM011 – Equipos y maquinarias. normas de seguridad.
- AM022 – Organización de la seguridad en trabajos de corta duración.
- AM024 – Seguridad en trabajos en espacios confinados.
- EA004 – Especificaciones ambientales para trabajos en subestaciones, líneas y edificios.
- ET154 – Tendido de cables y montaje de accesorios en líneas eléctricas subterráneas.
- ET157 – Obra civil de líneas eléctricas subterráneas en banco de tubos.
- ET160 – Ensayos de puesta en servicio de líneas eléctricas subterráneas.
- ET224 – Ejecución de los trabajos de topografía y georadar de líneas eléctricas subterráneas.
- ET237 – Equipos de inspección, medición y ensayo (EIME).
- ET238 – Servicio de supervisión de tendido, instalación de accesorios y medidas finales de cables de F.O.
- ET239 – Especificaciones para la prevención y extinción de incendios forestales
- IA001 – Normas de actuación ante accidentes con consecuencias medioambientales y medidas para su prevención.
- IA009 – Gestión de máquinas y equipos con aceite.
- IA018 – Gestión de los residuos generados en las instalaciones.
- IC003 – Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.
- IM001 – Medidas de Seguridad en Instalaciones de Alta Tensión para trabajos en tensión.
- IM002 – Medidas de seguridad en instalaciones de alta tensión para trabajos sin tensión.
- IM016 – Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos.
- IM030 – Seguridad en los trabajos realizados en subestaciones en servicio.

- IM031 – Accesos y permanencia de personas, vehículos y mercancías en instalaciones de Red Eléctrica de España.
- IT139 – Instalación de cables de fibra óptica.
- IT347 – Estudio del trazado de una línea eléctrica de alta tensión.
- IT388 – Puesta en servicio y transferencia de instalaciones.
- TM001 – Organización de la seguridad de los trabajos en las instalaciones eléctricas.
- Ref: REE/NORM/2012/07 – Guía de afecciones y señalización en los proyectos de ejecución de líneas subterráneas.
- Ref: TI.L/14/006/DPIL – Impermeabilización de las líneas subterráneas.
- Ref: TI.L/15/004/DPIL – Carteles de identificación de equipos de líneas subterráneas.
- Ref: TI.LMA/18/006/DILMA – Requisitos de ensayos en las modificaciones de líneas eléctricas subterráneas actualmente en servicio.

### 3 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO SEGÚN ITC-LAT-02

De acuerdo con lo establecido en la ITC-RAT-02 y conforme a la Resolución de 17 de abril de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-02 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, el presente proyecto cumple con la siguiente normativa en su última edición:

Norma	Título
<b>Generales</b>	
UNE-EN 50102	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)
UNE-EN 60060-1	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo
UNE-EN 60060-2	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ
UNE-EN IEC 60071-1	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas

<b>Norma</b>	<b>Título</b>
UNE-EN IEC 60071-2	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación
UNE-EN 60270	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 60865-1	Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes
UNE-EN 60909-3	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.
<b>Cables</b>	
UNE 21144-1-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.



<b>Norma</b>	<b>Título</b>
UNE 21144-3-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.
UNE 21144-3-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 211003-3	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ( $U_m=36$ kV).
UNE 211067-1	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m=170$ kV) hasta 400 kV ( $U_m=420$ kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.
UNE 211435	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
UNE-EN 60228	Conductores de cables aislados.
UNE 211632-4A	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV ( $U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$ kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3)
UNE 211006	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
<b>Pararrayos</b>	
UNE 21087-3	Pararrayos. Parte 3: Ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.
UNE-EN 60099-4	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

Norma	Título
UNE-EN 60099-5	Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

Barcelona, febrero de 2026

Firmado por el Ingeniero



  
Colegiado del COIIM 

# red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SC

E/S EN SE VERNEDA DE LA LÍNEA  
BADALONA-SAGRERA

DOCUMENTO 8  
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

## DOCUMENTO Nº 8

### ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

<b>1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR .....</b>	<b>4</b>
<b>3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA. ....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 SEGREGACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 ALMACENAMIENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5.2 RESIDUOS PELIGROSOS .....</b>	<b>12</b>
<b>6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN .....</b>	<b>14</b>

## 1 ANTECEDENTES

### 1.1 OBJETO

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la remodelación de la línea del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

### 1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el Documento 1: Memoria del presente Proyecto de Ejecución.

### 1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- ✓ Apertura/condicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- ✓ Obra civil: excavación y hormigonado de zanjas.
- ✓ Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- ✓ Tendido de conductores y cables de tierra.
- ✓ Limpieza y restauración de las zonas de obra.
- ✓ Desmontaje de conductores y elementos auxiliares (herrajes, balizas, salvapájaros etc. )

## 2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (Lista Europea de Residuos):

TIPO RESIDUO	CÓDIGO LER
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	
Excedentes de excavación	170504
Restos de hormigón	170101
Escombros	170106*/170107
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
Residuos WC químicos	200304
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

Nota: La gestión de los equipos derivados del desmantelamiento de equipos pertenecientes a REE será llevada a cabo directamente por REE

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo, la estimación de cantidades, que se incluye en el punto 6 del presente documento, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

### 3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

#### 3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Tierras de excavación:
  - ✓ Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
  - ✓ Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición del tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.
  - ✓ Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.
  
- Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:
  - ✓ Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
  - ✓ No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
  - ✓ Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
  - ✓ Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible
  - ✓

- Residuos metálicos:
  - ✓ Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.
  
- Aceites y grasas:
  - ✓ Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
  
  - ✓ Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
  
- Tierras contaminadas:
  - ✓ Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
    - Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desenconfante, aceites etc.)
  
    - Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica.
  
    - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
  
    - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.
  
- Residuos vegetales:
  - ✓ Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto.
  
  - ✓ Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios.
  
  - ✓ En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

### 3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN

- Llevar a cabo un estudio y definir e identificar qué elementos son susceptibles de ser reutilizados.
- Llevar a cabo el desmontaje /demolición de forma gradual y selectiva.
- Desmontaje de los elementos reutilizables/reciclables en primer lugar, siempre que no tengan función de soporte.
- Desmontaje o derribo con técnicas y métodos que faciliten la selección in situ de los materiales, para facilitar un posterior reciclaje.

## **4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.**

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

### **4.1 SEGREGACIÓN**

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

## 4.2 ALMACENAMIENTO

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 553/2020 , de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado y Ley 07/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra)
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas..), papeles (sacos de mortero..) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

## 5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

### 5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

- RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
- Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

En el caso de especies vegetales contempladas en el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras, se precisa que su tratamiento y almacenamiento sea separado del resto de acopios de residuos vegetales.

- Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.
- Escombros, y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.
- Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones. **(La chatarra resultante del desmantelamiento de instalaciones será gestionada por el contratista según se indique en las condiciones generales de contratación )**

## 5.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

**Los residuos peligrosos asociados a equipos desmantelados propiedad de REE, serán gestionados directamente por REE.**

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el **Plan de gestión de residuos de construcción** se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción” que incluirá las cantidades de residuos generadas según su tipo, destino y fecha de gestión.

Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento (Residuos peligrosos).
- Notificaciones de traslado (Residuos peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.

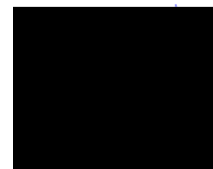
## 6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidades	Costes estimados de gestión (€)
Excedentes de excavación	170504	703.04	m <sup>3</sup>	1898.21
Restos de hormigón	170101	1.30	m <sup>3</sup>	9.62
Escombros	170107	10.39	m <sup>3</sup>	80.04
Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	170301/170302/17030	0.01	m <sup>3</sup>	0.00
Papel y cartón	200101	0.26	kg	0.00
Maderas	170201	5.20	kg	0.13
Plásticos (envases y embalajes)	170203	156.00	kg	8.58
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	0.00	kg	0.00
Restos asimilables a urbanos	200301	17.22	kg	0.03
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos(Si segregan)	150102/150104/150105/150106	25.83	kg	0.04
Trapos impregnados	150202*	0.03	kg	0.03
Tierras contaminadas	170503*	0.01	m <sup>3</sup>	0.70
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	0.26	kg	0.31
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	0.00	kg	0.00
Residuos WC quimicos	200304	59.00	día	255.47
<b>Total</b>			€	<b>2253.16</b>

Barcelona, febrero de 2026

Firmado por el ingeniero:



Colegiado del COIIM 