



Executing your **decarbonisation** vision

# **LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV MESA ROLDÁN 3**

Turgallium Solar 1, S.L.

## **PROYECTO CONSTRUCTIVO**

CONIL DE LA FRONTERA Y VEJER DE LA  
FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

## CONTENIDO

- 1) MEMORIA DESCRIPTIVA
- 2) MEMORIA DE CÁLCULOS
- 3) GESTIÓN DE RESIDUOS
- 4) PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
- 5) ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- 6) MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- 7) PLANOS



Executing your **decarbonisation** vision

# **LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV MESA ROLDÁN 3**

SP.IN029.01.2.M.GN.301-1A

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

CONIL DE LA FRONTERA Y VEJER DE LA  
FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

*Tabla 1. Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	20/06/2022	Emisión Inicial (Trazado aéreo)	CMF	JML	CVJ
1A	17/09/2024	Modificado de trazado (trazado subterráneo)	CMF	CVJ	CVJ

*Sevilla, septiembre de 2024*

*el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)*

*Carlos Vázquez Jiménez*

*N.º de colegiado 1007 -COGITI Cáceres*

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>OBJETO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>PROMOTOR E INGENIERÍA</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>EMPLAZAMIENTO</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>TRAZADO DE LA LÍNEA</b>	<b>7</b>
4.1	Descripción del trazado de la línea subterránea	7
4.2	Coordenadas de trazado	7
4.3	Accesos	10
<b>5</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>LEGISLACIÓN APLICADA</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV</b>	<b>14</b>
7.1	Datos Generales de los tramos de Línea Subterránea	14
7.2	Conductor empleado en la línea subterránea de 20 kV	15
7.3	Característica de la obra civil del tramo subterráneo	18
7.4	Tubo de polietileno	20
7.5	Conductores en canalizaciones mediante perforaciones dirigidas	22
7.6	Empalmes de media tensión	24
7.7	Arquetas	25
7.8	Hitos de señalización	26
7.9	Terminaciones	26
7.10	Pararrayos	27
7.11	Puesta a tierra	28
<b>8</b>	<b>LÍNEA AÉREA 20 kV</b>	<b>30</b>
8.1	Conversión de la línea subterránea a aérea	30
8.2	Características generales de la línea aérea de media tensión	31
8.3	Datos topográficos	32
8.4	Conductor de fase empleado línea aérea de Media tensión	32
8.5	Apoyos	33
8.6	Aislamientos y Herrajes	34
8.7	Formación de Cadenas	35
8.8	Empalmes, Conexiones y Retenciones	36
8.9	Cimentaciones	36
8.10	Protección de la avifauna	37

8.11	Sistemas de Puesta a tierra .....	38
8.12	Numeración y Aviso de Peligro .....	42
<b>9</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS.....</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>CRUZAMIENTOS .....</b>	<b>42</b>
10.1	Normativa de cruzamiento de Líneas subterráneas .....	42
10.2	Normativa de Proximidades y paralelismos de Líneas Subterráneas .....	44
10.3	Normativa de distancias mínimas de seguridad en líneas aéreas.....	45
10.4	Relación de cruzamientos con carreteras .....	52
10.5	Relación de cruzamientos con arroyos y ríos .....	52
10.6	Relación de cruzamientos con canalizaciones subterráneas .....	52
10.7	Relación de cruzamientos con líneas eléctricas.....	52
10.8	Relación de Ocupaciones con caminos .....	53
10.9	Relación de cruzamientos con vías pecuarias .....	53
<b>11</b>	<b>CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS .....</b>	<b>53</b>

## 1 OBJETO

A continuación, se desarrolla el diseño de una línea eléctrica de 20 kV con capacidad de transporte suficiente para evacuar la energía eléctrica generada en el Parque Fotovoltaico Mesa Roldán 3, que se encuentra en fase de desarrollo. La potencia total que inyectará el parque es de 4,990 MW.

Se evacuará desde el centro de transformación del parque solar fotovoltaico hasta el centro de seccionamiento situado al norte de la misma parcela. Desde este centro de seccionamiento partirá la línea de evacuación Aero-subterránea hasta el embarrado de 20 kV de la subestación existente Conil 66/20 kV, propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L.U.

La línea será subterránea en gran parte del recorrido, seguido de un tramo aéreo el cual servirá para hacer el cruzamiento con la carretera y finalmente pasará a ser subterráneo de nuevo hasta la llegada a las barras de la subestación Conil 20 kV, al punto de conexión concedido.

## 2 PROMOTOR E INGENIERÍA

Se redacta por encargo de la sociedad Turgallium Solar 1, S.L. con domicilio a efectos de notificación en Avenida de la Constitución, 34, 1º, CP: 41001, Sevilla, como promotora de las instalaciones.

- **DENOMINACIÓN SOCIAL:** Turgallium Solar 1, S.L.
- **CIF:** B-06773733
- **DIRECCIÓN SOCIAL:** Avda. Constitución 34, Planta 1, 41001 (Sevilla)
- **PERSONA DE CONTACTO:** Carlos Manuel Vázquez Jiménez
- **EMAIL:** cvazquez@ingenostrum.com

Redacta el presente proyecto INGENOSTRUM S.L. mediante el técnico que suscribe Carlos Manuel Vázquez Jiménez, Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), colegiado en el COGITI de Cáceres con el número 1007, con domicilio en Avd. de la Constitución nº34, 1º, 41001, SEVILLA.

- **INGENIERÍA:** Ingenostrum S.L.
- **CIF:** B-91.832.873
- **TÉCNICO REDACTOR:** Carlos Manuel Vázquez Jiménez
- **TITULACIÓN:** Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), 1007 -COGITI-Cáceres
- **EMAIL:** cvazquez@ingenostrum.com

## 3 EMPLAZAMIENTO

El trazado de esta línea subterránea se encuentra en el término de Vejer de la Frontera, Cádiz, Andalucía.

- Altitud media: 23 m.s.n.m
- Zona A
- Temperatura media anual: 17,65 °C

*Figura 1. Localización de la línea auxiliar respecto a ciudades*



*Figura 2. Localización de la respecto a municipios cercanos*



## 4 TRAZADO DE LA LÍNEA

### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

El trazado de la línea se inicia en el Centro de transformación del Parque Fotovoltaico Mesa Roldán 3 a través de una línea subterránea, esta línea cruzará varias parcelas privadas hasta llegar al Río Salado, este río se cruzará mediante una perforación dirigida, de nuevo discurrirá por parcelas privadas hasta llegar al camino denominado "Camino de Conil de la Frontera". Desde este camino entrará de nuevo en una parcela privada y hará un paso subterráneo a aéreo para hacer el cruzamiento a la carretera "A-2232" en aéreo. De nuevo se hará un paso aéreo a subterráneo y mediante una línea soterrada por la acera de la Avenida Primero de Mayo y Calle del Turismo llegará a la subestación dónde conectará con la subestación existente de Conil propiedad de e-distribución.

La línea se dividirá varios tramos:

Tramo I (Subterráneo): Se trata de un tramo en simple circuito desde una celda de media tensión del Centro de Transformación del Parque Solar Fotovoltaico Mesa Roldán 3 hasta el apoyo AP01 (PAS).

Tramo II (Aéreo): Se trata de un tramo en simple circuito de aproximadamente desde el AP01 (PAS) hasta el AP02 (PAS).

Tramo III (Subterráneo): Se trata de un tramo en simple circuito desde el AP02 (PAS) hasta el punto de conexión ubicado en la subestación CONIL 20 kV.

*Figura 3. Localización de la línea la línea de evacuación respecto a las parcelas afectadas*



### 4.2 COORDENADAS DE TRAZADO

Las coordenadas del trazado correspondiente a la línea son las siguientes:

Tabla 2. Coordenadas de las arquetas del trazado de la línea subterránea

LSMT 20 kV "FV MESA ROLDÁN 3"				
Arquetas/Apoyos	X	Y	Z	Distancias al origen
CS	764999,8567	4019241,6736	26,2830	0
ARQ-1	764996,9257	4019243,1514	26,2370	3,28
CD04/ARQ-2	764268,8504	4019353,0830	5,4260	767,64
CD05/ARQ-3	764228,6126	4019425,6690	6,0150	850,63
CD21/ARQ-4	763658,9318	4020043,6532	10,7670	1766,26
AP01 (PAS)	763661,0190	4020041,4854	10,7130	1769,27
AP02 (PAS)	763606,6790	4020099,3054	12,6230	1848,62
CD22/ARQ-5	763602,6600	4020103,1494	12,6290	1854,18
CD23/ARQ-6	763595,8110	4020106,6184	12,4680	1861,86
CD24/ARQ-7	763578,9910	4020076,1974	12,2540	1896,62
CD27/ARQ-8	763539,9960	4020106,4074	12,3210	1946,09
CD30/ARQ-9	763543,9090	4020125,0224	12,3390	1965,69
SE e-distribución	763562,6007	4020117,1881	12,2730	1985,96

Tabla 3. Coordenadas de los cambios de dirección

LSMT 20 kV "FV MESA ROLDÁN 3"				
Cambios de dirección	X	Y	Z	Distancias al origen
CS	764999,8567	4019241,6736	26,2830	0
CD01 (R15)	764975,3290	4019254,0754	26,1990	27,48
	764973,6326	4019254,8058	26,1990	29,33
CD02 (R15)	764574,9252	4019398,0612	14,4390	452,99
	764570,1509	4019398,9417	14,6150	457,87
CD03	764407,4075	4019402,1724	6,3500	620,65
CD04	764268,8504	4019353,0830	5,4260	767,64
CD05	764228,6126	4019425,6690	6,0150	850,63
CD06	764106,5171	4019547,1860	5,7280	1022,9
CD07	764037,2386	4019610,7255	5,9440	1116,9
CD08	763982,1026	4019658,6876	6,1260	1189,98
CD09	763827,6087	4019802,1178	7,3650	1400,79
CD10	763801,1083	4019830,6912	7,6880	1439,76
CD11	763773,4634	4019859,0330	8,1370	1479,35
CD12	763759,2739	4019875,1276	8,3650	1500,81
CD13	763741,9272	4019892,3430	8,6250	1525,24
CD14	763710,4361	4019920,2474	8,8370	1567,32
CD15	763692,6221	4019936,2282	8,9070	1591,25
CD16	763674,3236	4019952,8151	9,1150	1615,95
CD17	763658,3200	4019967,2159	9,2030	1637,48
CD18	763638,2953	4019988,0374	9,6960	1666,37
CD19 (R15)	763619,3586	4020003,3739	9,6670	1690,73
	763618,5101	4020025,9454	10,3320	1716,3

LSMT 20 kV "FV MESA ROLDÁN 3"				
Cambios de dirección	X	Y	Z	Distancias al origen
CD20	763637,8371	4020044,1643	10,7270	1742,86
CD21	763658,9318	4020043,6532	10,7670	1766,26
AP01 (PAS)	763661,0190	4020041,4854	10,7130	1769,27
AP02 (PAS)	763606,6790	4020099,3054	12,6230	1848,62
CD22	763602,6600	4020103,1494	12,6290	1854,18
CD23	763595,8110	4020106,6184	12,4680	1861,86
CD24	763578,9910	4020076,1974	12,2540	1896,62
CD25	763555,8213	4020094,2638	12,3260	1926
CD26	763543,4600	4020102,4154	12,3350	1940,81
CD27	763539,9960	4020106,4074	12,3210	1946,09
CD28	763539,8254	4020112,2595	12,3140	1951,95
CD29	763540,4590	4020119,2194	12,3510	1958,94
CD30	763543,9090	4020125,0224	12,3390	1965,69
SE e-distribución	763562,6007	4020117,1881	12,2730	1985,96

Tabla 4. Coordenadas de los hitos

LSMT 20 kV "FV MESA ROLDÁN 3"				
Hitos	X	Y	Z	Distancias al origen
HITO 1	764973,6326	4019254,8058	26,1990	29,33
HITO 2	764926,5778	4019271,7125	28,7520	79,33
HITO 3	764879,5229	4019288,6193	26,7460	129,33
HITO 4	764832,4680	4019305,5261	20,5710	179,33
HITO 5	764785,4132	4019322,4329	16,8430	229,33
HITO 6	764738,3583	4019339,3397	16,1670	279,33
HITO 7	764691,3034	4019356,2465	14,1660	329,33
HITO 8	764644,2486	4019373,1533	13,1460	379,33
HITO 9	764597,1937	4019390,0601	14,1930	429,33
HITO 10	764570,1509	4019398,9417	14,6150	457,87
HITO 11	764520,1607	4019399,9341	14,1580	507,87
HITO 12	764407,4075	4019402,1724	6,3500	574,84
HITO 13	764360,2780	4019385,4749	5,7300	620,64
HITO 14	764313,1484	4019368,7773	5,4670	670,64
HITO 15	764470,1706	4019400,9265	7,7320	720,64
HITO 16	764193,1734	4019460,9403	5,9680	900,63
HITO 17	764157,7342	4019496,2115	5,8280	950,63
HITO 18	764122,2950	4019531,4828	5,8200	1000,63
HITO 19	764085,8599	4019565,7243	5,8070	1050,56
HITO 20	764049,2150	4019599,6184	5,9550	1100,56
HITO 21	764011,8339	4019632,8247	6,0870	1150,57
HITO 22	763974,3356	4019665,8984	6,1140	1200,57
HITO 23	763937,6925	4019699,9173	6,2690	1250,57

LSMT 20 kV "FV MESA ROLDÁN 3"				
Hitos	X	Y	Z	Distancias al origen
HITO 24	763901,0495	4019733,9363	6,4810	1300,57
HITO 25	763864,4065	4019767,9552	6,8340	1350,57
HITO 26	763837,1406	4019793,2685	7,2100	1387,77
HITO 27	763614,1677	4020011,7258	9,7030	1697,38

## 4.3 ACCESOS

Los accesos de maquinaria y trabajos se harán por la servidumbre temporal para la excavación de la zanja, una anchura de 4 metros. El recorrido se hará en la medida de lo posible por lindes, caminos públicos, rodaduras y el paso creado para la máquina de excavación.

## 5 CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de partida de la línea de evacuación son los siguientes:

- Punto de salida: parque fotovoltaico "FV Mesa Roldán 3"
- Punto de conexión: Subestación Vejer 20 kV, propiedad EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L.U., UTM 29, X = 233043.94 Y = 4017254.86
- Tensión nominal: 20 kV.
- Tensión máxima de la red: 24 kV.
- Tensión Uo/Un: 12/20 kV
- Potencia a transportar: 4,990 MW
- Instalación subterránea directamente enterrada y bajo tubo hormigonado
- Línea aérea sobre apoyos de celosía
- Zona A
- Categoría de la red: A
- Tercera Categoría

En la fase de diseño se ha tenido en cuenta el hecho de afectar al menor número posible de propietarios de las diferentes parcelas por las que discurre la línea de evacuación.

Del mismo modo, el trazado de la línea ha sido diseñado partiendo de un análisis medioambiental de la zona. Se han revisado en el SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas) para verificar que se han respetado las zonas de especial protección.

- ZEPA: Zona de Especial Protección para las aves.
- LIC: Lugar de Importancia Comunitaria.
- ZEC: Zonas Espaciales de Conservación.

- Se ha optado por el diseño para la evacuación de la energía generada por el parque fotovoltaico “Mesa Roldán 3” 4,990 MW que presenta una mayor viabilidad técnica.

## 6 LEGISLACIÓN APLICADA

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes Reglamentos en vigor:

R.D. 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23

Corrección de errores del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23

R.D. 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-01 a 09.

Recomendaciones UNESA.

Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-02.

Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.

R.D. 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.

R.D. 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

R.D. 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

R.D. 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

R.D. 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

Ordenanzas municipales que afecten a este tipo de instalaciones.

### 6.1.1 Relación de Normas de la ITC-LAT 02 (SUBTERRÁNEA)

A continuación, se indica la relación de normas UNE aplicables a las instalaciones de evacuación objeto de este Proyecto, según se establece en el R.D. 223/2008, de 15 de febrero:

UNE-EN 60060-1:2012, Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo

- UNE-EN 60060-2:2012, Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-3:2006, Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60060-3 CORR.:2007, Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60071-1:2020, Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-2:2018, Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60270:2002/A1:2016, Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60865-1:2013, Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- UNE-EN 60909-0:2016 (Ratificada), Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes. (Ratificada por AENOR en agosto de 2016.)
- UNE-EN 60909-3:2011, 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.
- UNE 21144-1-1:2012, 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 21144-1-1:2012, 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 21144-1-2:1997, 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 21144-1-3:2003, 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 21144-2-1:1997, Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/1M:2002, Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1:1997/2M:2007, Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. (IEC 60287-2-1:1994/A2:2006).
- UNE 21144-2-2:1997, 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.
- UNE 21144-3-1:2018, Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.
- UNE 21144-3-2:2000, 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 21144-3-3:2007, Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.

UNE 21192:1992/1M:2009, Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

UNE 211003-2:2001, Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 30 kV ( $U_m = 36$  kV).

UNE 211435:2011, Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.

UNE-EN 60228:2005, Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60228 CORR.:2005, Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60228:2005 ERRATUM:2011, Conductores de cables aislados

UNE-HD 620-9-E:2012/1M:2022, Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).

UNE 211632-4A:2017, Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

UNE-EN 50182:2002, Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50182:2002/AC:2013, Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50189:2000, Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.

UNE-EN 61232:1996, Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE-EN 61232/A11:2001, Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE 21021:1983, Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

UNE-EN 61442:2005, Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 36 kV ( $U_m = 42$  kV)

UNE-EN IEC 61238-1-2:2020, Conectores de compresión y de apriete mecánico para cables de energía. Parte 1-2: Métodos de ensayo y requisitos para conectores de perforación del aislamiento para cables de energía de tensiones asignadas hasta 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) ensayados en conductores aislados.

UNE-HD 629-1 S3:2020, Requisitos de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Accesorios para cables con aislamiento extruido.

UNE-HD 629-1/A1:2002, Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

UNE-EN 62271-103:2012, Aparata de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN IEC 60282-1:2021, Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.

UNE-EN 62271-100:2011 (Versión corregida en fecha 2014-04-16), Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

UNE-EN ISO 10684:2006/AC:2009, Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004/Cor 1:2008)

UNE 207009:2019, Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

UNE 207017:2010, Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.

UNE-EN 60652:2004, Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.

UNE-EN 61284:1999, Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.

UNE-EN ISO 1461:2023, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2022).

UNE 21009:1989, Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores.

UNE 21128:1980, Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE 21128/1M:2000, Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE-EN 61109:2010, Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 61467:2010, Aisladores para líneas aéreas. Cadena de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para líneas de tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna.

UNE-EN 60383-2:1997, Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 000 v. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 61466-1:2016, Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.

UNE-EN 61466-2:1999/A2:2018, Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

UNE-EN 61466-2/A1:2003, Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

## 7 LINEA SUBTERRÁNEA 20 KV

### 7.1 DATOS GENERALES DE LOS TRAMOS DE LÍNEA SUBTERRÁNEA

Las características generales de la línea subterránea proyectada entre el centro de seccionamiento y el apoyo AP01 (PAS), serán los descritos en la siguiente tabla:

**Tabla 5. Características generales**

Datos de la instalación	
Origen	Centro de seccionamiento
Final	Apoyo AP01 (PAS)
Potencia conectada	4,99 MW
Potencia proyectada línea	5,5 MVA
Factor de potencia	0.9
Tensión	20 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo línea	Subterránea
Longitud	1.769,27 m
Nº circuitos	1
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Conductor bajo tubo en arena o tierra/hormigón
Distancia entre conductores	En contacto
Profundidad zanja	950/1.200 mm
Conexión pantallas	Solid Bonding

Las características generales de la línea subterránea proyectada entre el AP02 (PAS) y el punto de conexión en SE CONIL 20 kV son las siguientes:

**Tabla 6. Datos generales de la Línea Subterránea (Tramos III)**

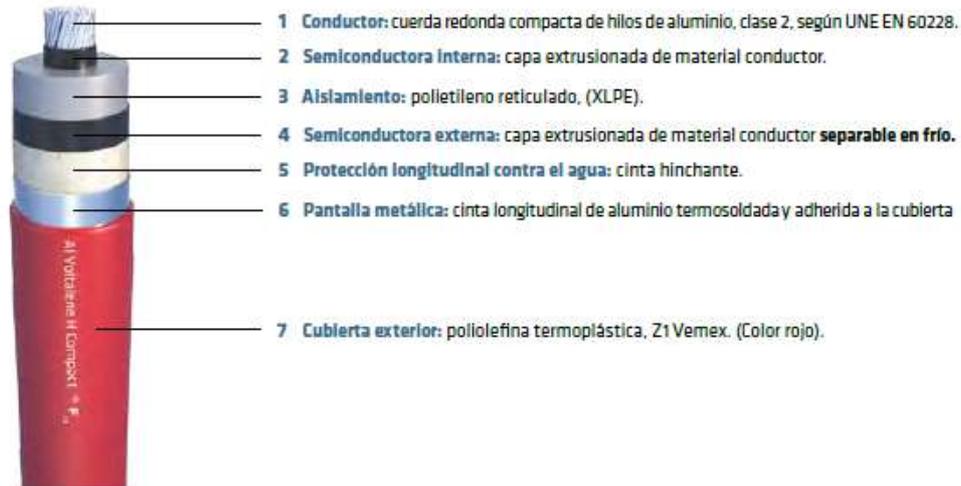
Datos de la instalación	
Origen	AP02 (PAS)
Final	SE CONIL 20 kV
Potencia conectada	4,99 MW
Potencia proyectada línea	5,5 MVA
Factor de potencia	0,9
Tensión	20 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo línea	Subterránea
Longitud	137,34 m
Nº circuitos	1
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Bajo tubo hormigonado
Distancia entre conductores	En contacto
Profundidad zanja	950 mm
Conexión pantallas	Solid Bonding

## 7.2 CONDUCTOR EMPLEADO EN LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 kV

Los cables a utilizar en las redes subterráneas de media tensión objeto del presente proyecto serán cables unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio.

Los circuitos de las líneas subterráneas de media tensión se compondrán de tres conductores unipolares.

*Figura 4. Conductor de Media Tensión*



**Conductor:** Los conductores de los cables están constituidos por cuerdas redondas compactas de aluminio.

Los conductores satisfacen las especificaciones de las normas, tanto nacionales (UNE EN 60228), como internacionales (IEC 60228).

**Capa semiconductora interna:** En los cables VOLTALENE H, el conductor va recubierto de una capa semiconductora, cuya función es doble:

Impedir la ionización del aire que, en otro caso, se encontraría entre el conductor metálico y el material aislante. La capa no se separa del aislamiento ni aun con las dobladuras a que el cable pueda someterse, constituyendo la verdadera superficie equipotencial del conductor. Los eventuales espacios de aire quedan bajo esta superficie y, por lo tanto, fuera de la acción del campo eléctrico. Mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor. Dicha capa, gracias a su conductividad, convierte en cilíndrica y lisa la superficie del conductor, ya que puede concebirse como parte integrante del mismo, eliminando así los posibles focos de gran sollicitación eléctrica en el aislamiento.

**Aislamiento:** El aislamiento de los cables VOLTALENE H con aislamiento de XLPE está constituido por polietileno químicamente reticulado. Dicho aislamiento es un material termoestable que presenta buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento.

La excelente estabilidad térmica del polietileno reticulado (XLPE) le capacita para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90 °C, tolerando temperaturas de cortocircuito de 250 °C.

**Capa semiconductora externa:** La capa semiconductora externa está formada por una mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a la del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica, por tanto, conductora.

**Pantalla:** Las pantallas desempeñan distintas misiones, entre las que destacan:

- Confinar el campo eléctrico en el interior del cable.
- Lograr una distribución simétrica y radial del esfuerzo eléctrico en el seno del aislamiento.
- Limitar la influencia mutua entre cables eléctricos.
- Evitar, o al menos reducir, el peligro de electrocuciones.

La pantalla está constituida por una envolvente metálica de cinta de aluminio aplicada sobre una capa semiconductor externa, la cual, a su vez, se ha colocado previamente sobre el aislamiento con el mismo propósito con que se coloca la capa semiconductor interna sobre el conductor.

**Protecciones contra la humedad:** Los cables con aislamiento XLPE deben ser protegidos frente a la acción del agua para evitar un deterioro prematuro cuando el cable se encuentre en tensión. Una eventual perforación de la cubierta no impedirá la penetración de agua, pero si la propagación libre entre huecos de la pantalla a lo largo de toda la línea multiplicando el riesgo de fallo eléctrico por el fenómeno de las arborescencias en el aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Para impedir la penetración radial del agua consiste en aplicar una cinta de aluminio longitudinalmente, solapada y sellada. Esta cinta se adhiere fuertemente a la cubierta exterior en los cables tipo VOLTALENE H COMPACT. Si la sección eléctrica que proporciona esta cinta no es suficiente para transportar la intensidad de cortocircuito requerida, la cinta se coloca sobre una corona de hilos de cobre de sección adecuada.

**Cubierta exterior:** Al ser las cubiertas una mezcla termoplástica, tienden a endurecerse a temperaturas inferiores a los 0 °C, aun cuando conservan cierta flexibilidad a temperaturas entre -10 °C y -15 °C las de PVC y Flamex hasta -25 °C la VEMEX y las AFUMEX. La única precaución a considerar es que las operaciones de tendido de los cables no deben realizarse a temperaturas inferiores a los 0 °C. Si un cable esta fijo y no esta sometido a golpes y vibraciones, puede soportar sin daño temperaturas de -50 °C.

*Tabla 7. Características del conductor del tramo*

Características del conductor	
Sección del conductor	400 mm <sup>2</sup>
Material del conductor	Aluminio
Espesor de la pantalla	0,1
Material de la pantalla	Aluminio
Conductor	Al VOLTALENE H COMPACT - Al RH5Z1 – OL 12/20 kV 1x400mm <sup>2</sup>
Tensión de asignada simple (U <sub>0</sub> )	12 kV
Tensión nominal (U <sub>n</sub> )	20 kV
Tensión máxima (U <sub>m</sub> )	24 kV
Tensión a impulsos (U <sub>p</sub> )	125 kV
Diámetro conductor	23,1 mm
Diámetro aislamiento	33,6 mm
Diámetro pantalla	37,5 mm

Características del conductor	
Diámetro cable	41,5 mm
Peso	1.995 kg/km
Radio de curvatura estático	615 mm
Radio de curvatura dinámico	820 mm
Intensidad máxima admisible catálogo	415/445/610 A
Icc trifásica admisible	37,6 kA
Icc admisible en la pantalla	3,44 kA
Resistencia a 20°	0,078 Ω/km
Resistencia a 90°C	0,1000 Ω/km
Reactancia inductiva	0,096 Ω/km
Capacidad	0,376 μF/km
Intensidad de cortocircuito monofásica admisible	37,6 kA
Intensidad de cortocircuito trifásica admisible	3,98 kA
Temperatura máxima admisible en régimen de permanente	90 °C
Temperatura máxima admisible en régimen de cortocircuito	250 °C

## 7.3 CARACTERÍSTICA DE LA OBRA CIVIL DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

### 7.3.1 Zanja

El recorrido de la línea eléctrica de media tensión discurre por zona rural, por camino público, por zona ajardinada y por acera.

La zanja tendrá unas dimensiones mínimas de 500 mm de anchura y una profundidad de qué variará entre los 950 y 1.050 mm.

En la zona rural los tubos estarán embebidos en tierra o arena. En la zona de camino público se rellenarán de hormigón y en la zona acerada y ajardinada de tierra o arena.

En el fondo de esta zanja se colocará una capa de hormigón o arena de aproximadamente 50 mm, encima de esta capa se colocarán los tubos de 200 mm, uno en la parte entre el centro de seccionamiento y el apoyo AP01 (PAS) para alojar el circuito de evacuación.

En la parte de acera se añadirá un tubo de reserva.

Se rellenará una capa de aproximadamente 200 mm de hormigón, arena o tierra por encima de los tubos. La tierra existente de la excavación se aprovechará para tapar la zanja y se compactada al 95 % Proctor modificado.

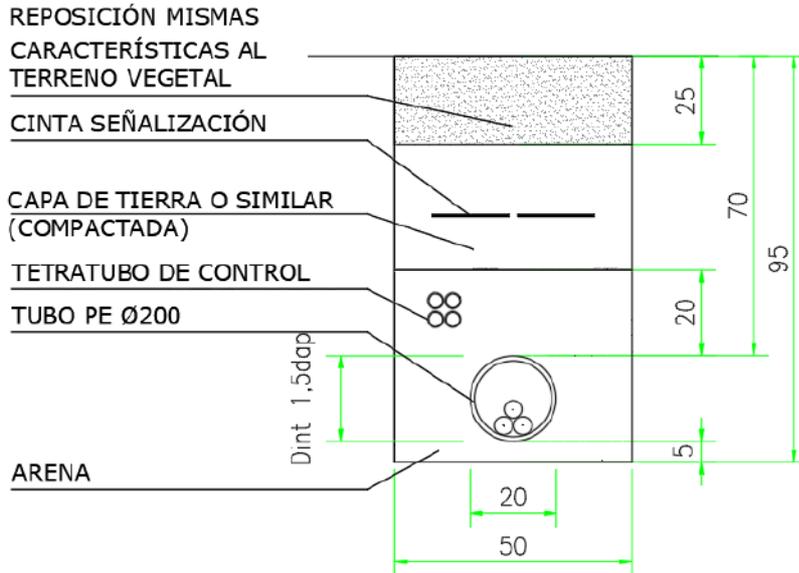
En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra.

Las canalizaciones podrán llevar tetratubos de control ubicados por encima de los tubos eléctricos. Esta canalización, tendrá continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control si fuese necesaria en el futuro, actualmente solo quedarán de reserva.

En la siguiente imagen se puede ver la sección tipo de la zanja en la zona rural y de cultivo.

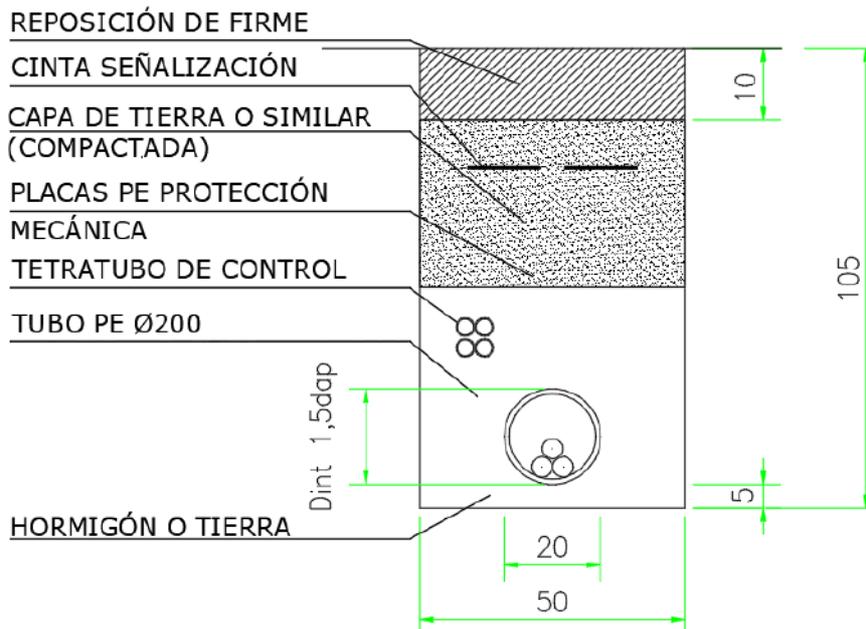
*Figura 5. Sección tipo de zanja tramo I (zona rural)*

**CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO SIMPLE CIRCUITO  
ENTRE ( A1 A CD-04 ) ( A3 A CD09 ) ( CD-19 A CD21 )  
(TRAMO I)**



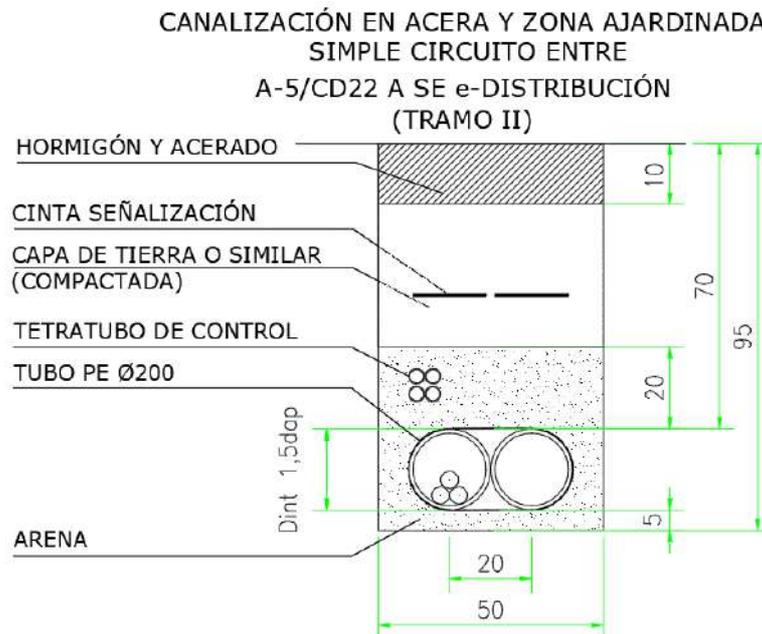
*Figura 6. Sección tipo de zanja tramo I (zona camino)*

**CANALIZACIÓN EN CAMINO  
SIMPLE CIRCUITO ENTRE  
(CD-9 A CD-19 )  
(TRAMO I)**



En el caso entre el apoyo AP02 (PAS) y la subestación existente.

*Figura 7. Sección de zanja zona ajardinada y zona acerada*



## 7.4 TUBO DE POLIETILENO

El tubo de polietileno de doble capa (exterior corrugada e interior lisa) que se disponga para los cables de potencia tendrá un diámetro interior como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable a tender, para que el cable pueda entrar sin dificultad y quepa también la mordaza que ha de sujetarlo para el arrastre, no tomándose tubos de diámetros exteriores inferiores a 160 mm, (en nuestro caso es de 200 mm). Los tubos serán rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

*Tabla 8. Características del tubo*

Características del tubo	
Materia prima	Polietileno Alta densidad PEAD
Diámetro exterior	200 mm
Diámetro interior	174 mm
Estructura	Corrugada de doble pared
Colores	Externo rojo oscuro /Interno negro
Norma de fabricación	UNE-EN 61386-2-6 UNE-EN 50086-2-4
Resistencia a la compresión	Serie N 450 Newton
Aplicación	Tubería para canalización eléctrica y protección de cables
Observaciones	Suministro con manguito
Fabricante	FUTURFLEX

*Figura 8. Tubo de polietileno de doble capa*



Los cuatritubos o bitubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado de espesor 3 mm. Serán en el caso de cuatritubos de 4x40mm de diámetro exterior en el soporte brida de cada terna de tubos.

*Tabla 9.- Características del cuatritubo*

Características del cuatritubo	
Referencia	CT40X3S-300*
Tipo	cuatritubo
Composición	Polioléfina
Diámetro exterior	40
Tolerancia	+ 0,4 - 0
Espesor tubo	3
Tolerancia	+ 0,3 - 0
Longitud rollo	300
Diámetro interior Rollo	1400
Diámetro exterior rollo	2200
Capas	6
Peso	420
Resistencia a la compresión	>450 N
Resistencia al impacto	28 J
Curvable	SI
Resistencia presión interior tubo de 3 mm	10 atm.
Color	Verde
Fabricante	AISCAN

En nuestro caso solo será de reserva, ya que la comunicación se hará vía inalámbrica.

*Figura 9. Cuatritubo de telecomunicaciones*



## 7.5 CONDUCTORES EN CANALIZACIONES MEDIANTE PERFORACIONES DIRIGIDAS

Se utilizarán únicamente cuando sea imposible abrir zanjas.

Estas técnicas podrán utilizarse en el caso de que se conozca el emplazamiento de las instalaciones subterráneas existentes y se disponga de espacio suficiente para situar los hoyos de ataque de los extremos, si son necesarios, así como la maquinaria y medios auxiliares precisos.

Su ventaja más importante es que no alteran el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, construcción de la propia excavación, etc., por lo que las molestias vecinales y de tráfico son mínimas.

Estas técnicas están particularmente indicadas en cruces de vías públicas, carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., donde no sea posible abrir zanjas, así como en ciudades monumentales o lugares de especial protección. También pueden ser necesarias para el cruce de alguna vía de circulación para la cual el organismo afectado solamente diera permiso para cruzar mediante estos sistemas.

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo.

Por cada perforación tipo "topo" se canalizará una terna. En nuestro caso, se realizarían dos perforaciones subterráneas para canalizar por cada perforación una terna. Esto se realizará así en general, tanto por facilidad a la hora de la instalación de los tubos de polietileno por su interior, como para que los cables de ambos circuitos puedan ir separados y no suponga la perforación subterránea un punto caliente de la línea, y sobre todo para no tener que ir a perforaciones de diámetros difíciles de encontrar en el mercado.

La trayectoria de perforación se realizará a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos, pudiéndose ver como una secuencia de las siguientes cuatro fases:

### Fase 1: Disposición

- La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

### Fase 2: Perforación piloto

- Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.
- Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita, esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro, la bentonita es inyectada a

presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación.

- En esta perforación piloto la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.
- La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

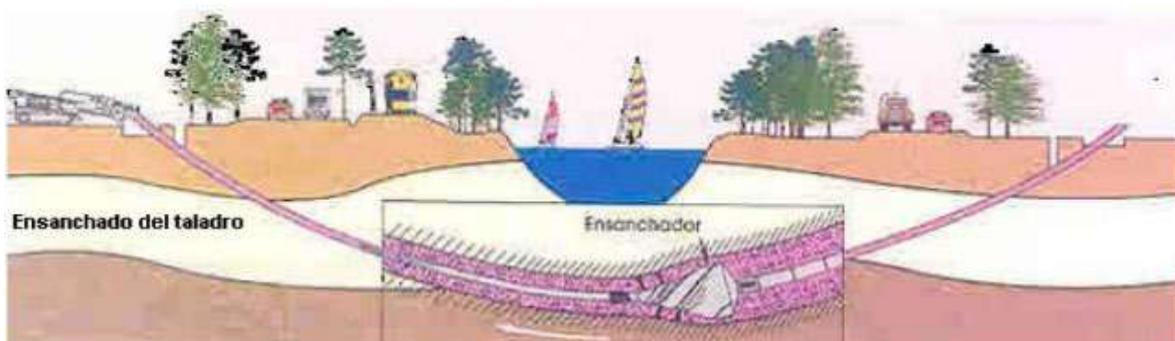
*Figura 10. Perforación de piloto*



#### Fase 3: Escariado

- Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel.
- Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel. Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.

*Figura 11. Escariado de perforación*



#### Fase 4: Instalación de la tubería

- Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado. En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm.

Figura 12. Instalación de tubería



## 7.6 EMPALMES DE MEDIA TENSIÓN

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

En los puntos de conexión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes y terminaciones adecuados a las características de los conductores a unir.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.

El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.

Los empalmes y terminaciones deben estar protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.

Los empalmes y terminaciones deben resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

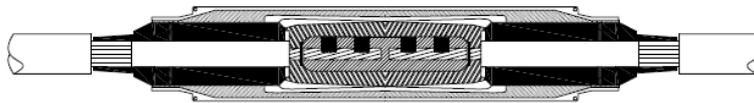
En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

Tabla 10. Empalme en frío

Características del empalme frío	
Referencia	JMAUTO 20 / 240-1
Tensión Nominal $U_{max}$ (kV)	24
Tipo	Empalmes contráctiles en frío unipolar
Diámetro sobre el aislante (mm)	22-32
Diámetro sobre la funda externa (mm)	33-42
Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	120-240
Longitud (mm)	600

Características del empalme frío	
Corriente alternada frecuencia industrial (en seco) (kV)	55
Corriente alternada frecuencia industrial (en bajo la lluvia) (kV)	55
Descargas parciales (kV)	15
Descargas parciales (kV)	24
Impulso (kV)	125
Prestaciones eléctricas	CEI 20-24 CEI 20-62/1 HD 629-1
Fabricante	Raytech o similar

*Figura 13. Empalmes contráctiles en frío*

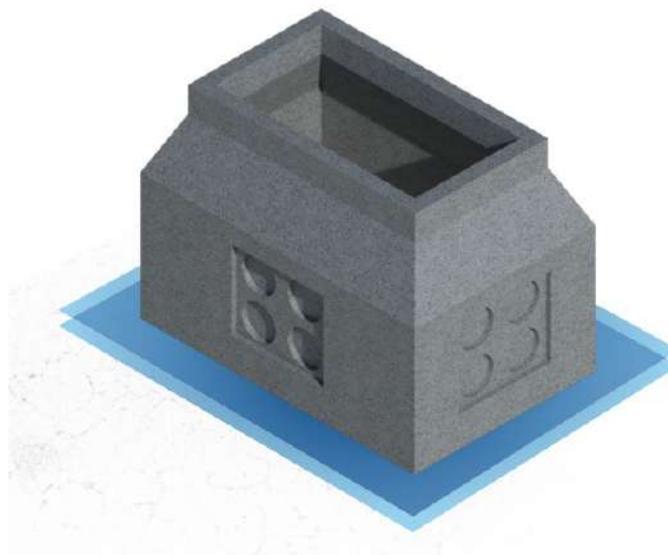


## 7.7 ARQUETAS

Se disponen de varias arquetas en recorrido, unas para colocar las cajas de puesta a tierra entrada y salida del recorrido.

Dos de ellas para el cruzamiento con el río Salado y en la zona urbana las necesarias para el tendido de los conductores. Serán arquetas registrables.

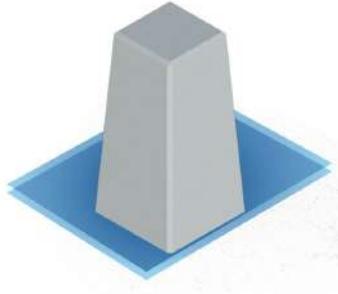
*Figura 14. Arqueta tipo*



## 7.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN

Los trazados de las líneas que serán que discurren por zonas rurales se señalarán mediante la instalación de hitos prefabricados de hormigón, que se colocarán cada 50 metros como máximo en los tramos rectos y en todos los cruces y cambios de dirección. Los hitos tendrán una placa identificativa.

*Figura 15. Hito de señalización*



## 7.9 TERMINACIONES

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado, para el caso de la línea de Media Tensión:

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado, para el caso de la línea de Media Tensión:

Terminaciones convencionales contráctiles o enfiabiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas.

*Figura 16. Terminales de exterior*

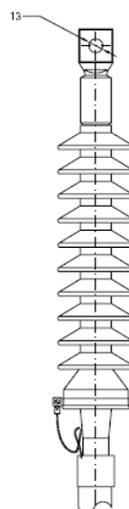
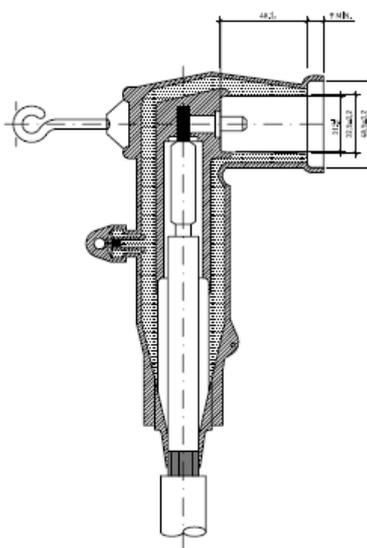


Tabla 11. Terminal de exterior

Descripción	400 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal U <sub>o</sub> /U	12/20 kV
Tensión más elevada de la red U <sub>m</sub>	24 kV
Tensión a impulsos tipo rayo	125 kV cresta
Tensión soportada a frecuencia industrial	50 kV
Longitud sin terminal	520 mm
Línea de fuga	>= 550 mm.
Intensidad nominal	415 A
Limite térmico (T=160 °C 1s)	21 kA

- Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF<sub>6</sub>.

Figura 17. Terminal de interior



## 7.10 PARARRAYOS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos del cable unipolar en los apoyos AP01 y AP02.

Los pararrayos estarán diseñados para su instalación intemperie, y de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 60099-4.

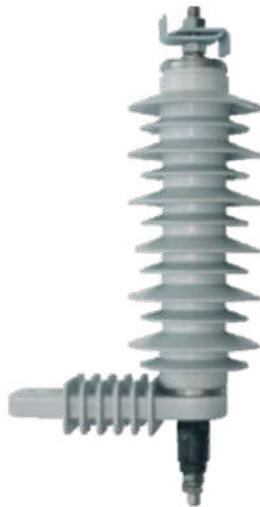
Las características del pararrayos vienen reflejadas en la siguiente tabla.

Tabla 12. Características Pararrayos

Descripción	Valor
Tensión de Red	20 kV
Aislamiento exterior	Material polimérico
Tensión nominal U <sub>r</sub>	24 kV
Tensión máxima servicio continuo	19,5 kV
Corriente nominal de descarga	10 kA

Descripción	Valor
Tensión residual máxima onda 8/20 $\mu$ s	72 kV
Clase de descarga de línea	2
Impulso de sobretensiones 4/10 $\mu$ s	100 kA
Tensión de cresta BIL	125 kV
Tensión bajo la lluvia 50Hz	50 kV

*Figura 18. Autoválvulas pararrayos*



## 7.11 PUESTA A TIERRA

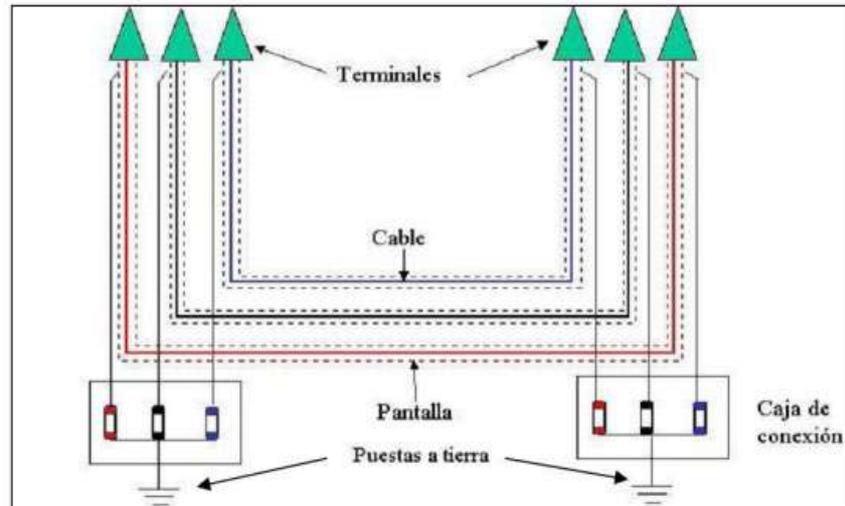
El sistema de conexión de las pantallas diseñado para el proyecto objeto de este documento es "solid bonding" o sistema de conexión rígida a tierra en el que las pantallas se encuentran conectadas a tierra en ambos extremos.

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a tierra se mantengan próximas a cero.

Las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea. Para no superar las tensiones soportadas por la cubierta en líneas de gran longitud y elevada corriente de cortocircuito, es conveniente que en los puntos de empalme de los cables las pantallas se conecten entre sí y a tierra.

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

Figura 19. Sistema de puesta a tierra.



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

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

En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación capacitiva del cable.

En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo, caso de este proyecto.

## 8 LÍNEA AÉREA 20 KV

El tramo de línea aérea objeto del presente Proyecto, se define mediante la tensión de servicio y la potencia aparente transportada.

Tensión 20 kV

Potencia aparente: 4,99 MVA

### 8.1 CONVERSIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA A AÉREA

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102. El tubo o bandeja se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. En el caso de tubo, su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de unas tres veces su profundidad.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. La conexión a tierra de los pararrayos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico, se colocará una línea de tierra a tal efecto, a la que además se conectarán, cortocircuitadas, las pantallas de los cables subterráneos.

En el AP01 se realizará un paso de subterráneo a aéreo y en el AP02 se realizará un paso de aéreo a subterráneo, en el que se instalarán las botellas terminales y pararrayos. Se tendrán en cuenta los siguientes detalles constructivos.

Las 3 fases en los dos apoyos del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas dentro de un tubo o con bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102. El interior de la bandeja será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado. La bandeja se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo. En el caso de tubo, su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja,

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. La conexión a tierra de los pararrayos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico. Los terminales de tierra de los pararrayos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión y sin curvas pronunciadas.

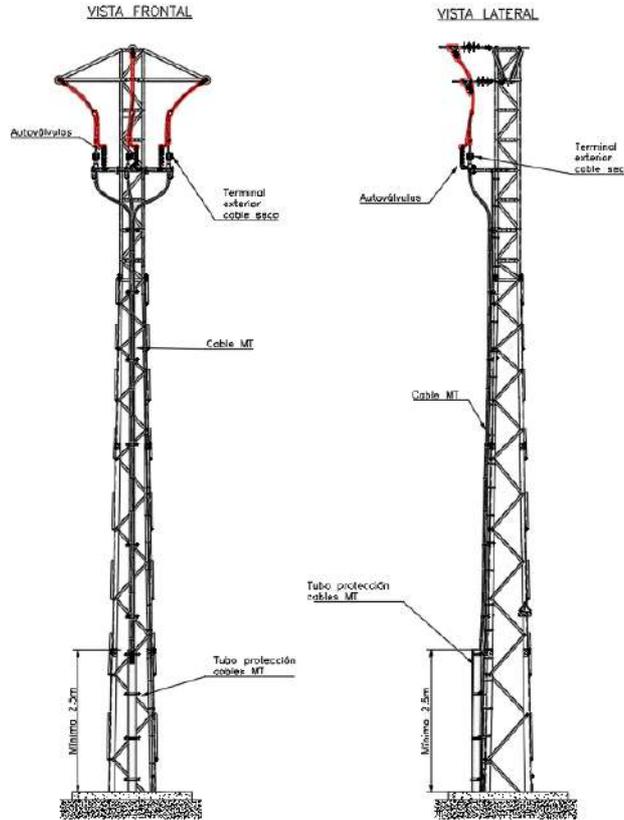
El tubo o bandeja de protección protegerá los conductores hasta el soporte del conductor al que irá sujeto hasta la conexión del terminal.

Los cables se protegerán, en su parte más próxima al suelo, mediante una canaleta metálica de 3 metros de altura que se empotrará 50 cm en el terreno.

El apoyo tendrá una chapa metálica antiescalada hasta una altura de 2,5 m.

En la siguiente figura se representa un esquema del apoyo conversión aéreo-subterráneo.

*Figura 20. Esquema del apoyo conversión aérea-subterránea*



## 8.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

A continuación, se describen las características generales de la línea eléctrica aérea de media tensión.

Las características generales de la línea aérea proyectada entre el apoyo AP01 (PAS) y el apoyo AP02 (PAS), serán los descritos en la siguiente tabla siguiente:

TRAMO II:

**Tabla 13.- Características generales Línea Aérea de Media Tensión**

Parámetros	Descripción
Origen	AP01 (PAS)
Fin	AP02 (PAS)
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión de servicio (kV)	20
Tensión más elevada de la red (kV)	24
Potencia Aparente (MVA)	4,99
Capacidad térmica de transporte por circuito	8,77 MVA (verano) 11,48 MVA (invierno)
Número de circuitos	1
Número de conductores por fase	1
Tipo de Crucetas	Capa (en "T")
Tipo de Apoyos	Torres metálicas de celosía
Conductor de Fase	LA 110 (94-AL1/22-ST1A)
Aislamiento	Polimérico (Composite)
Cimentaciones	Monobloque
Longitud total	79,39 m
Zonas por donde discurre	A
Nº de Apoyos	2
Términos Municipales afectados	Conil de la Frontera
Provincias afectadas	Cádiz

## 8.3 DATOS TOPOGRÁFICOS

En la siguiente tabla se incluye la relación de los datos topográficos de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea:

**Tabla 14. Datos topográficos de los apoyos de la línea de Media Tensión**

Nº Apoyo	Función Apoyo	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cota del terreno (m)	Ángulo Interior (g)	Seguridad reforzada
AP01 (PAS)	FL	0	79,35	10,713	-	SI
AP02 (PAS)	FL	79,35	0	12,623	-	SI

## 8.4 CONDUCTOR DE FASE EMPLEADO LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

El conductor de fase a utilizar en la línea aérea es el LA 110 (94-AL1/22-ST1A), es un conductor de aluminio-acero galvanizado, cuyas características principales se indican en la tabla siguiente:

**Tabla 15. Características conductor de fase Línea Aérea 20 kV**

Parámetros	Descripción
Conductor	94-AL1/22-ST1A (LA 110)
Sección de aluminio (mm <sup>2</sup> )	94,2
Sección de acero (mm <sup>2</sup> )	22
Sección total (mm <sup>2</sup> )	116,2

Parámetros	Descripción
Composición	30+7
Diámetro de total (mm)	14
Carga de rotura (daN)	4317
Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> )	8200
Coefficiente de dilatación (°C <sup>-1</sup> )	1,78E-05
Resistencia a 20 °C (Ω/km)	0,307
Peso (kg/km)	0,4325

## 8.5 APOYOS

Los apoyos han sido seleccionados del catálogo del fabricante IMEDEXSA o similar. Este fabricante construye apoyos cumpliendo con las características indicadas en el R.D. 223/2008. El tipo de apoyos es variable a lo largo de la línea, se han seleccionado los apoyos más apropiados consultando al fabricante IMEDEXSA, para cada situación en función de los esfuerzos que ha de resistir y las alturas que tienen que mantener.

Todos los apoyos son torres tronco piramidal de sección construida con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación de un único bloque de hormigón (monobloque).

Las funciones de los apoyos serán:

**Apoyo de final de línea (FL):** Su función es resistir los esfuerzos longitudinales de los conductores y cables de tierra al principio y al final de una línea.

Para el montaje de los apoyos se habilitará una plataforma de montaje que se adaptará al espacio disponible en las inmediaciones de las ubicaciones de los apoyos proyectados siempre que sea posible.

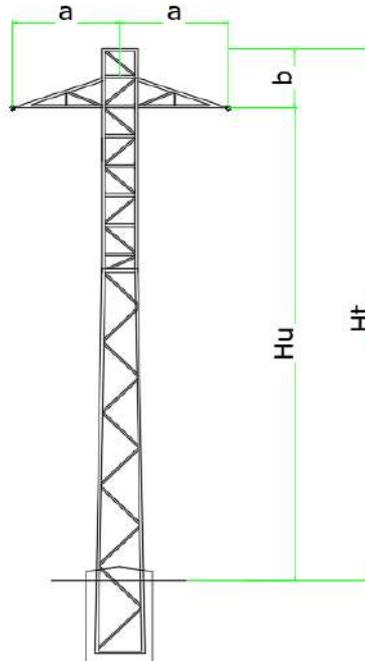
Las distintas acotaciones de alturas de los apoyos tienen:

- Hu: es la altura mantenida entre el suelo y las semicrucetas, en metros.
- Ht: es la altura mantenida entre el suelo y la punta de cabeza, en metros

El armado tipo "T" está formado por dos partes: Cabeza, Cruceta.

- b: es la distancia mantenida entre semicrucetas y punta de cabeza, en metros.
- a: es la distancia en el brazo de la semicruceta, en metros

Figura 21. Apoyo acotado



Los apoyos nuevos a instalar tienen las siguientes características reflejadas en la tabla siguiente.

Tabla 16. Características de los apoyos a instalar.

Nº de apoyo	Denominación	Altura total apoyo (m)	Altura útil (m)	a (m)	b (m)	Código armado	Peso (kg)
AP01 (PAS)	C-4500-22	19,47	18,87	1,5	0,6	T2	2.425
AP02 (PAS)	C-4500-12	9,63	9,03	1,5	0,6	T2	1.108

\*Nota: Los pesos del apoyo pueden variar.

## 8.6 AISLAMIENTOS Y HERRAJES

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores de compuesto para poder soportar un nivel de contaminación ligero, clasificado en el R.D. 223/2008 como Zona I. Pudiendo tomarse Zona I debido a las características del medio agrícola que rodea la instalación, se justifica la elección de Zona II (nivel de contaminación media) para garantizar una mayor seguridad.

Atendiendo a la clasificación del artículo 4.4 de la ITC-07, sería clasificada de gama I, teniendo que soportar las siguientes tensiones normalizadas indicadas en la tabla 12 del mismo artículo:

- Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial cuyo valor eficaz es de 50 kV
- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo con un valor de cresta de 125 kV

El aislador que se va a utilizar en el presente proyecto ha sido seleccionado del catálogo de ENVERTEC S.L. o similar. En concreto es el aislador C2470EB A. Las características principales del aislador están indicadas en la Tabla 21:

*Tabla 17. Características generales del aislador C2470EB A*

Denominación del Elementos	Dato
Nivel de Contaminación de la Zona	MEDIA II
Modelo	C2470EB A
Carga de rotura mecánica (KN)	70
Línea de fuga (mm)	650
Línea mínima protegida	310
Peso neto por unidad (Kg)	1,4
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco (kV)	125
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	50

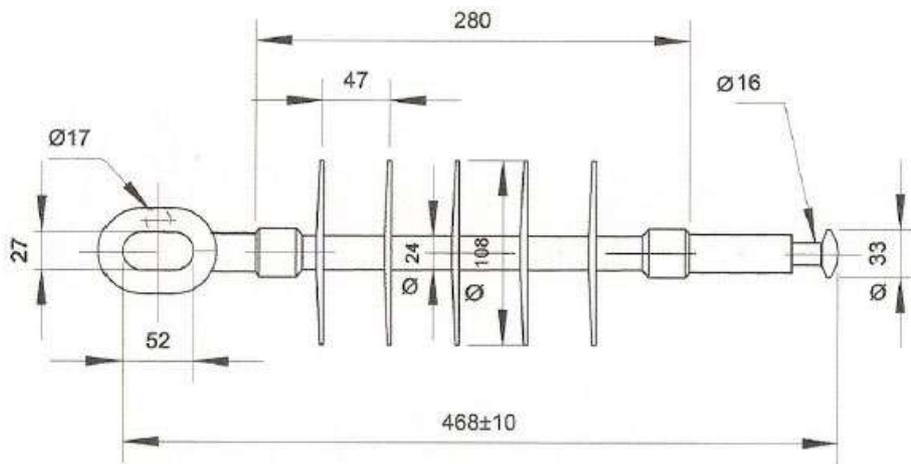
## 8.7 FORMACIÓN DE CADENAS

Existe un tipo de cadena con aisladores composite - poliméricos:

- Cadenas de amarre: se instalarán cadenas de amarre. Cada cadena de amarre se compondrá de un aislador del tipo C2470EB A.

Los elementos que forman la cadena de amarre se describen en la tabla siguiente y en la figura se representa gráficamente:

*Figura 22. Cadena de amarre y suspensión simple.*



Características del aislador:

- Aislador de un solo cuerpo. Mayor Rigidez.
- Recubrimiento continuo de Silicona tipo HTV
- Silicona de Nivel hidrófugo Hc2. Repele la acumulación de humedades

Núcleo de Fibra de Vidrio ERC de Alta eficacia Mecánica 70 kN

## 8.8 EMPALMES, CONEXIONES Y RETENCIONES

En todo lo referente a empalmes, conexiones y retenciones se tendrá que cumplir lo indicado en el artículo 2.1.6 de la ITC-07 del R.D. 223/2008.

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empleado.

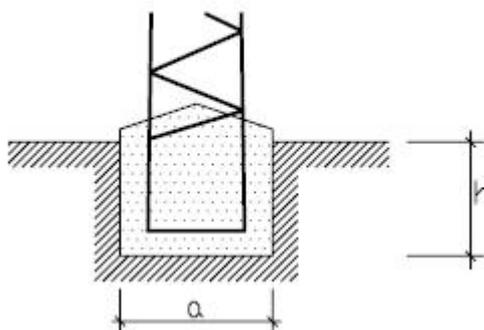
Queda prohibida la ejecución de empalme en conductores por la soldadura de los mismos. Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de amarre. Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

## 8.9 CIMENTACIONES

La cimentación del apoyo objeto de este proyecto se representa en la siguiente figura.

*Figura 23. Tipo de cimentación monobloque*



El apoyo dispone de cimentación monobloque.

Las dimensiones de las cimentaciones han sido calculadas con el programa informático IMEDEXSA suponiendo un terreno normal (resistencia característica a compresión de 3 daN/cm<sup>2</sup> y ángulo de arranque de las tierras de 30°).

En caso de tener un terreno con coeficiente de compresibilidad inferior al indicado por el fabricante se deberá proceder a su validación.

Es importante resaltar que no se ha realizado un estudio detallado del terreno, se ha hecho un análisis aproximado del tipo de terreno existente en la zona y se ha llegado a la conclusión de que el terreno es normal.

Los datos de las cimentaciones para cada apoyo se representan en la siguiente tabla.

*Tabla 18. Cimentación de apoyos*

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
			a	h	b	H	c		
AP01(PAS)	C-4500-22	Monobloque	1,47	2,53	-	-	-	5,47	5,9
AP02 (PAS)	C-4500-12	Monobloque	0,99	2,37	-	-	-	2,32	2,52

## 8.10 PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

Son elementos diseñados para evitar que las aves choquen con el cable de la línea haciéndola más visible.

Se aislarán los conductores. De igual modo se aislarán los conductores de conexión en los apoyos especiales (seccionamiento, conversiones aéreo-subterránea ...). Los forros serán acordes a los especificados en la Norma BNA001 Forros de protección anti-electrocución de la avifauna en líneas eléctricas de distribución.

Se instalarán dispositivos de chapa salva pájaros y castillete en las crucetas de los apoyos para evitar la posada y nidificación de las aves y así prevenir electrocuciones.

Para evitar que las aves colisionen con la línea, se colocarán espirales salva pájaros, modelo SPD-17,51/21,8 se colocarán de forma alternada en los conductores de fase cada 10 metros.

*Figura 24. Salva pájaros tipo*

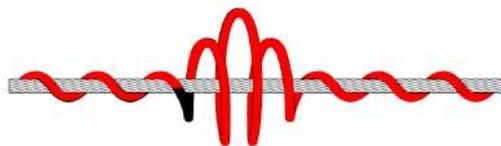


Figura 25. Forros avifauna



## 8.11 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

### 8.11.1 Normas generales

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-07 del R.D. 223/2008, considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

### 8.11.2 Clasificación de los apoyos según su ubicación:

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

Apoyos NO frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

Casco urbano y parques urbanos públicos.

Zonas próximas a viviendas.

Polígonos industriales.

Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.

Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

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

Cuando se aislen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.

Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).

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

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas. A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplan las tensiones de paso aplicadas. A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

**Apoyos frecuentados con calzado (F):** se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado,  $R_{a1}$ , y la resistencia a tierra en el punto de contacto,  $R_{a2}$ . Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1.000  $\Omega$ .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1.000 + 1,5p_s$$

Estos apoyos serán los apoyos frecuentados situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

**Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.):** se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto,  $R_{a2}$ . La resistencia adicional del calzado,  $R_{a1}$ , será nula.

$$R_a = R_{a2} + 1,5p_s$$

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

### 8.11.3 Diseño del sistema de puesta a tierra

El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos.

Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.

Resistencia desde un punto de vista térmico.

Garantizar la seguridad de las personas con respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.

Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

A continuación, se describe el diseño del sistema de puesta a tierra:

En este caso, se realizará para cada apoyo una toma de tierra.

La toma de tierra se completará con la instalación de una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,8 metros de profundidad.

Mediante una pica de cobre de 14 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno en apoyos monobloque y se incluirá un sistema mixto de picas y anillos de cobre o acero de forma perimetral, situado a una distancia de 1 metro de los montantes y enterrado a una profundidad mínima dependiendo del terreno, el cual se unirá solidariamente a cuatro picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno.

La distancia entre las picas del anillo será superior a una vez y media la longitud de la pica.

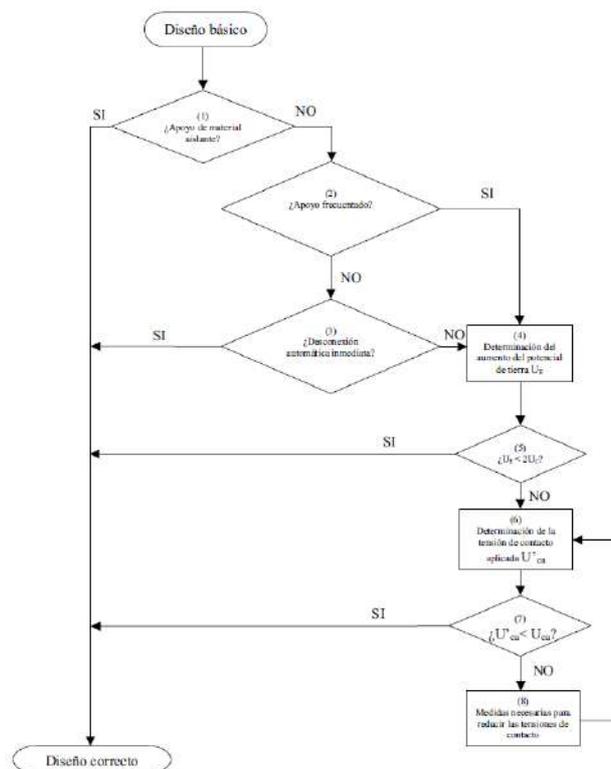
Si no fuese suficiente, para asegurar las tensiones de paso y contacto, se añadirá un segundo anillo y picas.

La distancia entre picas cumplirá con la vez y media su longitud.

### 8.11.4 Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra

La verificación del diseño del sistema de puesta a tierra se realizará según establece el R.D. 223/2008 en su apartado 7.3.4.3 de la ITC-07.

Figura 26. Verificación del diseño de PAT



Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada,  $U_{ca}$ , según establece el R.D. 223/2008 en el apartado 7.3.4.1 de la ITC-07 a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies desnudos, en función de la duración de la corriente de falta, se muestra en la tabla siguiente:

*Tabla 19.- Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta  $t_f$*

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible $U_{ca}$ (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10,00	50

A efectos prácticos del proyecto, la verificación del sistema de puesta a tierra se realizará de la siguiente forma:

**Apoyos no frecuentados:** El tiempo de desconexión automática en las líneas de categoría especial es inferior a 1s por lo que según establece el R.D. 223/2008 en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. En definitiva, el diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad de las personas, sin embargo, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra. Se realizará la medida de la resistencia de puesta a tierra de todos sus apoyos.

**Apoyos frecuentados:** El diseño del sistema de puesta a tierra se podrá considerar correcto si la elevación del potencial de tierra, es menor que dos veces el valor admisible de la tensión de contacto  $U_c$ , considerando, en cada caso concreto, las resistencias adicionales que intervengan en el circuito de contacto. Si no fuese así se deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica que los valores de las tensiones de contacto aplicada,  $U_{ca}$ , que se calcula, a un metro de distancia de la estructura, para la instalación proyectada en función de la geometría de la misma, de la corriente de puesta a tierra que considere y de la resistividad correspondiente al terreno, no superen, en las condiciones más desfavorables, los valores admisibles.

## 8.12 NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En todos los apoyos se instalará una placa señalización de riesgo eléctrico, donde se indicará la tensión de la línea (kV), el titular de la instalación y el número del apoyo. La placa se instalará a una altura del suelo de 3 m. en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que pueda ser vista fácilmente.

## 9 MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras aproximadas por la línea eléctrica de alta tensión subterránea es de 906 m<sup>3</sup>, de esta tierra se aprovechará 381,4 m<sup>3</sup> para compactar la zanja y el resto será retirada y trasladada a vertedero. Esta parte será el entorno de los tubos que se rellenará de hormigón en el trazado de la línea de evacuación.

El movimiento total de tierras de la excavación de los apoyos es aproximadamente de 7,79 m<sup>3</sup>. Esta tierra será transportada hasta el vertedero más próximo. Para la puesta a tierra, se hará una zanja alrededor que una vez alojada la pica vertical y el conductor del apoyo se tapará con la misma tierra

Los accesos a los apoyos tendrán un movimiento de tierras aproximadamente de 35,12 m<sup>3</sup>.

La plataforma de montaje de los apoyos y tendido del vano tendrá un movimiento de tierras aproximado de 180 m<sup>3</sup>.

## 10 CRUZAMIENTOS

### 10.1 NORMATIVA DE CRUZAMIENTO DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Los cables subterráneos enterrados en el terreno deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del R.D. 223/2008 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de alta tensión.

#### 10.1.1 Cruzamientos de la línea subterránea con líneas aéreas

Los cruzamientos de una línea subterránea con una línea aérea no tienen que suponer un problema siempre y cuando no pasen próximas a la cimentación de los apoyos y su puesta a tierra, y pueda suponer un riesgo para la estabilidad del apoyo y quede asegurada la no interferencia entre las nuevas canalizaciones y la puesta a tierra del apoyo y minimizar así los posibles efectos derivados de sobretensiones al terreno a través de dicho sistema de puesta a tierra.

En este caso las zanjas no pasan lo suficientemente cerca de ningún apoyo para suponer un riesgo a la estabilidad de los apoyos.

### 10.1.2 Cruzamientos de la línea subterránea con líneas subterráneas con otros cables subterráneos de energía eléctrica

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de alta tensión y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm , 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión

### 10.1.3 Cruzamientos con cables de telecomunicaciones

La separación mínima vertical entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia horizontal del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicaciones, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias mínimas, el cable instalado más recientemente se dispondrá separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm , 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### 10.1.4 Cruzamientos con canalizaciones de agua

La distancia mínima vertical entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia horizontal del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como a las juntas de la canalización de agua, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias mínimas, el cable instalado más recientemente se dispondrá separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm , 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm

### 10.1.5 Cruzamientos de la línea subterránea con arroyos y ríos

A continuación, se fija, para el caso de un cruce con un río, las condiciones a que se deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de alta tensión.

Se cruzará por debajo del cauce mediante la ejecución de zanjas o mediante perforaciones subterráneas dirigidas tipo "topo". Para minimizar los efectos de la erosión que pueda producirse por arrastre de las aguas, se mantendrá una distancia mínima de 1,5 m entre el lecho del cauce y la parte superior del prisma de hormigón que cubre los tubos de polietileno (en caso de canalización mediante zanjas) o de

1,5 m entre el lecho del cauce y la superior de la tubería por la que van los cables (en caso de que el cruce se realice mediante perforación subterránea dirigida). En los casos en que el lecho del cauce del río esté constituido por terrenos fangosos será necesario hacer un estudio de erosionabilidad del río para establecer la profundidad a la que debe de situarse la canalización.

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

### 10.1.6 Cruzamientos con alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá medirá incidir en su pared (por ejemplo, e instalando tubos), siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada. Si no es posible se pasará por debajo y los cables se dispondrán separados mediante tubos conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

## 10.2 NORMATIVA DE PROXIMIDADES Y PARALELISMOS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

### 10.2.1 Proximidades y paralelismos con otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja tensión o alta tensión manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m punto cuando no puede respetarse esta distancia a la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos conductos o divisores constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 de J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm punto en el caso que un mismo propietario canaliza a la vez varios cables de alta tensión del mismo nivel de tensión podrán instalarlo a menor distancia.

### 10.2.2 Proximidades y paralelismos con cables de telecomunicaciones

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m punto cuando no puedan mantenerse esta distancia la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro

exterior del tubo no es superior a 90 mm 28 de J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm es de 40 J cuando superior a 140 mm

### 10.2.3 Proximidades y paralelismos con canalización de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m punto la distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y la Junta de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias las canalizaciones más recientes se dispondrán separadas mediante tubos conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm 28 de J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un propietario canaliza la vez varios cables de alta tensión del mismo nivel de tensión podrá instalarlos a menor tensión.

### 10.2.4 Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que algunos de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida condición de servicio a un edificio deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm de 28 julio si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas a conexiones de servicio a los edificios tanto cables de baja tensión como de alta tensión en el caso de acometidas eléctricas deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

## 10.3 NORMATIVA DE DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN LÍNEAS AÉREAS

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar cruzamientos o paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado los puntos 5 de la ITC-LAT 06 y 5 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

La seguridad en los cruzamientos en el tramo aéreo de la línea se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de protección tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

A continuación, se indican la tabla base para determinar distancias y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.

Tabla 20. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Tensión más elevada de la red $U_s$ (kV)	Del (m)	Dpp (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

### 10.3.1 Distancia entre conductores

La distancia entre los conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo en presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

Con este objeto, la separación mínima entre los conductores de fase se determinará por la siguiente formula:

$$D = K\sqrt{F + L} + K'D_{pp}$$

- D es la separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K es el coeficiente de la oscilación de los conductores con el viento. Los valores de las tangentes del ángulo de oscilación de los conductores vienen dados, para cada caso de carga, por el cociente de la sobrecarga de viento dividida por el peso propio más la sobrecarga de hielo si procede según zona, por metro lineal del conductor, estando la primera determinada para una velocidad de viento de 120 km/h. En función de estos y de la tensión nominal de la línea se establecen unos coeficientes K. Los valores se tomarán de la siguiente tabla:

Tabla 21. Coeficiente K en función del ángulo de oscilación

Ángulo de oscilación	Línea de tensión nominal superior a 30 kV	Línea de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
>65	0,7	0,65
40<=x<=65	0,65	0,6
<40	0,6	0,55

- K': coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea

- $K' = 0,85$  para líneas de categoría especial
- $K' = 0,75$  para el resto de líneas
- F: flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3.
- L: longitud en metros de la cadena de suspensión. En caso de cadenas de amarre o aisladores rígidos,  $L = 0$ .
- Dpp: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de Dpp se indican dentro de la misma memoria en el apartado anterior, distancias de seguridad y dependen de la tensión más elevada de la línea.

El cálculo de separación entre conductores de fase se calcula de tres formas diferentes, y seleccionar de entre los resultados obtenidos el más desfavorable, es decir, se debe introducir en la expresión de la distancia, cada una de las tres flechas máximas obtenidas junto con su correspondiente coeficiente K.

### 10.3.2 Distancia entre conductores y a partes puestas a tierra

Este apartado corresponde al punto 5.4.2 de la ITC-07 del R.D. 223/2008.

La distancia entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a  $D_{el}$ , con un mínimo de 0,2 m.

El valor de  $D_{el}$  viene indicado en la tabla anterior en función de la tensión más elevada de la red, siendo  $D_{el}$  para líneas de 20 kV igual a 0,22 m.

En el caso de las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h.

A estos efectos se considerará la tensión mecánica del conductor sometido a la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h y a la temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$  para zona A, de  $-10^{\circ}\text{C}$  para zona B y de  $-15^{\circ}\text{C}$  para zona C.

### 10.3.3 Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

Este apartado corresponde al punto 5.5 de la ITC-07 del R.D. 223/2008.

La distancia mínima al terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables vendrá dada por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 6 metros.

Los valores de  $D_{el}$  se indican en la Tabla 20 en función de la tensión más elevada de la línea, por tanto, la distancia mínima será de 6 m para líneas de 20 kV.

## 10.3.4 Distancias a líneas eléctricas aéreas o líneas de telecomunicación

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-07 del R.D. 223/2008.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

En el cruce con líneas eléctricas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, atendiendo a los criterios que se exponen a continuación.

La distancia entre los conductores de la línea inferior y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de:

2 metros para líneas de tensión hasta 45 kV.

3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.

4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.

5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.

7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Los valores  $D_{el}$  se indican en la tabla 15 de la ITC-LAT-07 en función de la tensión más elevada de la línea de inferior tensión.

La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Tomando el valor de  $D_{add}$  que corresponde para la tensión nominal de la línea según la tabla siguiente:

*Tabla 22. Distancias de aislamiento adicional*

Tensión nominal de la red (kV)	$D_{add}$ (m)
66	2,5
132	3,0
220	3,5
400	4

## 10.3.5 Distancia a carretera

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el

resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.

Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

#### 10.3.5.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008 quedando modificadas de la siguiente forma:

Condición a): En lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV. La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$$D_{add} + D_{el} \text{ en metros,}$$

con una distancia mínima de 7 metros. Los valores de  $D_{el}$  se indican en la tabla 12 en función de la tensión más elevada de la línea.

Donde:

- $D_{add} = 7,5$  para líneas de categoría especial.
- $D_{add} = 6,3$  para líneas del resto de categorías.

En nuestro caso tenemos que cumplir la distancia mínima de 7 metros.

#### 10.3.6 Paso por zonas

En general, para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 °C.

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

#### 10.3.6.1 Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$  en metros,

con un mínimo de 2 metros. Los valores de  $D_{el}$  se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008 y en la tabla 14 del presente proyecto, en función de la tensión más elevada de la línea.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de este reglamento, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea, se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables descritas en este apartado.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b) del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008. Esta circunstancia será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpios de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales. Asimismo,

queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

Los pliegos de condiciones para nuevas contrataciones de mantenimiento de líneas incorporarán cláusulas relativas a las especies vegetales adecuadas, tratamiento de calles, limpieza y desherbado de los márgenes de las líneas como medida de prevención de incendios.

En nuestro caso se deberá cumplir una distancia de 2 m.

### 10.3.6.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$D_{add} + D_{el} = 3,3 + D_{el}$  en metros,

con un mínimo de 5 metros. Los valores de  $D_{el}$  se indican en el apartado 5.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

Sobre puntos accesibles a las personas:  $5,5 + D_{el}$  en metros, con un mínimo de 6 metros.

Sobre puntos no accesibles a las personas:  $3,3 + D_{el}$  en metros, con un mínimo de 4 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

En nuestro caso se deberá cumplir una distancia de 5 metros.

## 10.4 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS

### CRUZAMIENTO 1:

Se produce entre el AP01 y el AP02 (PAS). Se trata de un cruceamiento con **Carretera del Grullo. Conil de la Frontera, (Cádiz)**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29), inicio X= 763626,9581 e Y= 4020077,7033
- Polígono 9; Parcela 9001
- Ref.Catastral: 11014A009090010000BT; Conil de la Frontera (Cádiz)

## 10.5 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CON ARROYOS Y RÍOS

### CRUZAMIENTO 1:

Se produce en el tramo I subterráneo. Se trata de un cruceamiento con **Río Salado. Vejer de la Frontera, (Cádiz)**.

- Distancia horizontal a arquetas: > 5 m
- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29), inicio X= 764252,7511 e Y= 4019382,1249
- Polígono 38; Parcela 9002  
Polígono 9, Parcela 9003
- Ref.Catastral: 11039A038090020000RG; Vejer de la Frontera (Cádiz)  
11014A009090030000BM; Conil de la Frontera (Cádiz)

### CRUZAMIENTO 2:

Se produce en el tramo I subterráneo. Se trata de un cruceamiento con **Arroyo Innominado**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29), inicio X= 763708,0149 e Y= 4019922,4194

## 10.6 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CON CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS

### CRUZAMIENTO 1:

Se produce en el tramo II aéreo. Se trata de un cruceamiento con **Canalización de agua subterránea, Conil de la Frontera, (Cádiz)**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29), inicio X= 763616,6812 e Y= 4020088,6382
- Distancia horizontal al apoyo AP02 (PAS) es de 14,16 m
- Distancia vertical del cable aéreo al suelo en ese punto es de 10,15 m.

## 10.7 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS

Se ha identificado el siguiente cruceamiento con la futura línea de evacuación:

- CRUZAMIENTO 1:

Se produce en la línea subterránea tramo I. Se trata de un **cruce con Línea Aérea de Media Tensión Patria 20 kV hacia SE Conil, Conil de la Frontera, (Cádiz)**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29), X= 763628,9292 e Y= 4020035,7671

## 10.8 RELACIÓN DE OCUPACIONES CON CAMINOS

### OCUPACIÓN 1:

Se produce en el tramo I subterráneo. Se trata de una ocupación con un **Camino de Conil de la Frontera, (Cádiz)**.

- Coordenadas inicio UTM ETRS89 (HUSO 29), Inicio X=763828,9728, Y= 4019800,8513
- Coordenadas inicio UTM ETRS89 (HUSO 29), final X= 763616,4025, Y= 4020006,5852
- Polígono 9; Parcela 9005
- Ref.Catastral: 11014A009090050000BM; Conil de la Frontera (Cádiz)

## 10.9 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CON VÍAS PECUARIAS

### CRUZAMIENTO 1:

Se produce en el tramo subterráneo. Se trata de un cruce con **Vereda del Rodeo del término de Vejer, Vejer de la Frontera, (Cádiz)**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29), Inicio X= 764419,8779, Y= 4019401,9248

### CRUZAMIENTO 2:

Se produce entre AP01 y AP02. Se trata de un cruce con **Vereda del camino de Medina Sidonia o del Grullo, Conil de la Frontera, (Cádiz)**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29), Inicio X= 763626,9695, Y= 4020077,7155

## 11 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el "Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección frente a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas.

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz el límite establecido es de 100 microteslas (100  $\mu$ T).

El límite recomendado para la exposición de campo eléctrico a 50 Hz es de 5 kV/m Campos eléctrico.

# ANEXO 1: PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS

*Tabla 1. Parcelas catastrales afectadas por la Línea de Evacuación*

PROVINCIA	MUNICIPIO	REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA
CÁDIZ	VEJER DE LA FRONTERA	11039A038000060000RY	38	6
CÁDIZ	VEJER DE LA FRONTERA	11039A038000050000RB	38	5
CÁDIZ	VEJER DE LA FRONTERA	11039A038000030000RW	38	3
CÁDIZ	VEJER DE LA FRONTERA	11039A038000030000RE	38	30
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A010000010000BX	10	1
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A009090030000BM	9	9003
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A009000300000BW	9	30
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A009000190000BE	9	19
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A009000080000BM	9	8
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A009090050000BK	9	9005
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A009000010000BY	9	1
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A009090010000BT	9	9001
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	11014A02309000	-	-
CÁDIZ	CONIL DE LA FRONTERA	4706501TF2240N0001PA	-	-



Executing your **decarbonisation** vision

# **LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV “FV MESA ROLDÁN 3”**

SP.IN029.01.2.M.CA.301-1A

## **MEMORIA CÁLCULO**

CONIL DE LA FRONTERA Y VEJER DE LA  
FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

*Tabla 1. Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	20/06/2022	Emisión Inicial (Trazado aéreo)	CMF	JML	CVJ
1A	17/09/2024	Modificado de trazado (trazado subterráneo)	CMF	CVJ	CVJ

*Sevilla, septiembre de 2024*

*el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)*

*Carlos Vázquez Jiménez*

*N.º de colegiado 1007 -COGITI Cáceres*

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>DATOS DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DATOS DE LOS CONDUCTORES</b>	<b>7</b>
2.1	Conductor empleado en los tramos subterráneos	7
2.2	Conductor empleado en los tramos aéreos	7
<b>3</b>	<b>CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV</b>	<b>8</b>
3.1	Intensidad de cálculo	8
3.2	Potencia máxima a transportar por el cable	8
3.3	Resistencia	9
3.4	Reactancia de la línea	9
3.5	Capacidad	9
3.6	Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente	10
3.7	Pérdidas por efecto Joule	13
3.8	Comprobación en régimen de cortocircuito	13
3.9	Pérdida de potencia	15
3.10	Caída de tensión máxima	15
3.11	Evaluación de pérdidas totales de potencia activa	15
3.12	Resumen de resultados	16
3.13	Campos magnéticos de la línea subterránea	17
<b>4</b>	<b>CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA 20 kV</b>	<b>19</b>
4.1	Capacidad de transporte	19
4.2	Parámetros eléctricos	21
4.3	Resumen de resultados del cálculo eléctrico	24
4.4	Cálculo campo electromagnético	25
4.5	Cálculo mecánico	28
4.6	Ecuación de cambio de condiciones	29
4.7	Cálculos mecánicos a considerar	30
4.8	Tenses y Flechas	34
4.9	Tabla de tendido	35
4.10	Cálculo de Esfuerzos en Apoyos	37
4.11	Cimentaciones	48
4.12	Aislamiento y herrajes	48



## 1 DATOS DE LA INSTALACIÓN

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los datos de la instalación.

Debido a la necesidad de realizar la evacuación mediante una línea de manera subterránea, se calculará los parámetros eléctricos de dicho tramo con el fin de comprobar la correcta elección del subterráneo y minimizar las pérdidas.

### **TRAMO I**

Tramo proyectado entre el centro de seccionamiento del Parque Solar Fotovoltaico Mesa Roldán 3 y hasta el apoyo AP01 (PAS).

*Tabla 2. Datos generales de la Línea Subterránea de Media Tensión*

Datos de la instalación	
Origen	Centro de seccionamiento
Final	Apoyo AP01 (PAS)
Potencia conectada	4,99 MW
Potencia proyectada línea	5,5 MVA
Factor de potencia	0.9
Tensión	20 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo línea	Subterránea
Longitud	1.769,41 m
N.º circuitos	1
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Conductor bajo tubo en arena o tierra/hormigón
Distancia entre conductores	En contacto
Profundidad zanja	950/1.200 mm
Conexión pantallas	Solid Bonding

### **TRAMO II**

Tramo proyectado entre el apoyo AP01 (PAS) y AP02 (PAS).

Parámetros	Descripción
Origen	AP01 (PAS)
Fin	AP02 (PAS)
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión de servicio (kV)	20
Tensión más elevada de la red (kV)	24
Potencia Aparente (MVA)	4,99
Capacidad térmica de transporte por circuito	8,77 MVA (verano) 11,48 MVA (invierno)
Número de circuitos	1
Número de conductores por fase	1
Tipo de Crucetas	Capa (en "T")
Tipo de Apoyos	Torres metálicas de celosía
Conductor de Fase	LA 110 (94-AL1/22-ST1A)
Aislamiento	Polimérico (Composite)
Cimentaciones	Monobloque
Longitud total	79,39 m
Zonas por donde discurre	A
Nº de Apoyos	2
Términos Municipales afectados	Vejer de la Frontera y Conil de la Frontera
Provincias afectadas	Cádiz

## **TRAMO III**

Las características generales de la línea subterránea proyectada entre el AP02 (PAS) y el punto de conexión en SE CONIL 20 kV son las siguientes:

*Tabla 3. Datos generales de la Línea Subterránea (Tramos III)*

Datos de la instalación	
Origen	AP02 (PAS)
Final	SE CONIL 20 kV
Potencia conectada	4,99 MW
Potencia proyectada línea	5,5 MVA
Factor de potencia	0,9
Tensión	20 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo línea	Subterránea
Longitud	137,37 m
Nº circuitos	1
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Bajo tubo hormigonado
Distancia entre conductores	En contacto
Profundidad zanja	950 mm
Conexión pantallas	Solid Bonding

## 2 DATOS DE LOS CONDUCTORES

### 2.1 CONDUCTOR EMPLEADO EN LOS TRAMOS SUBTERRÁNEOS

Las características de los conductores de potencia de los tramos de línea a construir son las reflejadas en la Tabla 4.

*Tabla 4. Características del conductor de los Tramos I y Tramo III*

Características del conductor	
Sección del conductor	400 mm <sup>2</sup>
Material del conductor	Aluminio
Espesor de la pantalla	0,1
Material de la pantalla	Aluminio
Conductor	AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1 – OL 12/20 kV 1x400mm <sup>2</sup>
Tensión de asignada simple (U <sub>0</sub> )	12 kV
Tensión nominal (U <sub>n</sub> )	20 kV
Tensión máxima (U <sub>m</sub> )	24 kV
Tensión a impulsos (U <sub>p</sub> )	125 kV
Diámetro conductor	23,1 mm
Diámetro aislamiento	33,6 mm
Diámetro pantalla	37,5 mm
Diámetro cable	41,5 mm
Peso	1.995 kg/km
Radio de curvatura estático	615 mm
Radio de curvatura dinámico	820 mm
Intensidad máxima admisible catálogo	415/445/610 A
Icc trifásica admisible	37,6 kA
Icc admisible en la pantalla	3,44 kA
Resistencia a 20°	0,078 Ω/km
Resistencia a 90°C	0,1000 Ω/km
Reactancia inductiva	0,096 Ω/km
Capacidad	0,376 µF/km
Intensidad de cortocircuito monofásica admisible	37,6 kA
Intensidad de cortocircuito trifásica admisible	3,98 kA
Temperatura máxima admisible en régimen de permanente	90 °C
Temperatura máxima admisible en régimen de cortocircuito	250 °C

### 2.2 CONDUCTOR EMPLEADO EN LOS TRAMOS AÉREOS

*Tabla 5. Características del conductor del Tramo II*

Parámetros	Descripción
Conductor	94-AL1/22-ST1A (LA 110)
Sección de aluminio (mm <sup>2</sup> )	94.2

Parámetros	Descripción
Sección de acero (mm <sup>2</sup> )	22
Sección total (mm <sup>2</sup> )	116.2
Composición	30+7
Diámetro de total (mm)	14
Carga de rotura (daN)	4317
Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> )	8200
Coefficiente de dilatación (°C <sup>-1</sup> )	1.78E-05
Resistencia a 20 °C (Ω/km)	0.307
Peso (kg/km)	0.4325

## 3 CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV

### 3.1 INTENSIDAD DE CÁLCULO

Primero se calculará la intensidad que circulará por la línea teniendo en cuenta la potencia a evacuar de la planta fotovoltaica.

La intensidad máxima que circula por la instalación subterránea, viene determinada por la potencia a transportar.

$$I_{calc} = \frac{P_{evacuación}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos(\phi)}$$

Donde

- P = Potencia en kW
- V = tensión en kV
- $\cos\phi$  = Factor de potencia

### 3.2 POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR POR EL CABLE

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es:

$$P_{máx} = \sqrt{3} * U_n * \cos \phi * I_{max}$$

Donde:

- $P_{max}$ : Potencia máxima a transportar en kW
- $U_n$ : Tensión nominal de la línea
- $\cos \phi$ : Factor de potencia de la línea
- $I_{max}$ : Intensidad máxima admisible del cable

Variando el factor de potencia se pueden obtener las diferentes potencias máximas que pueden circular por la línea en función del mismo.

## 3.3 RESISTENCIA

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90°C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20))$$

Siendo:

- $R_0$ : La resistencia del conductor a 20°C en  $\Omega/\text{km}$
- $\alpha$ : Coeficiente de temperatura del cobre en  $\text{K}^{-1}$
- $\theta$ : Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90°C

## 3.4 REACTANCIA DE LA LÍNEA

La reactancia media se calcula por:

$$X_l = 2\pi \cdot f \cdot L$$

- $X_l$ : Reactancia a frecuencia en  $\Omega/\text{km}$
- $f$ : frecuencia de la red en Hz

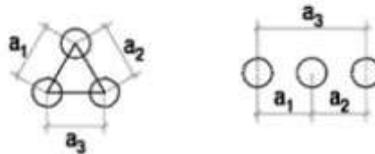
Donde L es el coeficiente de autoinducción que se obtiene por la expresión:

$$L = \left( 0,05 + 0,2 \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot DMG}{\varnothing_c} \right) \right) \cdot 10^{-3} (\text{Henrios}/\text{km})$$

- $\varnothing_c$ : Diámetro del conductor
- DMG: Distancia media geométrica entre conductores en mm

$$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$$

Figura 1.- Distancia media geométrica



## 3.5 CAPACIDAD

La capacidad para cables con un solo conductor depende de:

- Las dimensiones del mismo (longitud, diámetro de los conductores, incluyendo las eventuales capas semiconductoras, diámetro debajo de la pantalla).
- La permitividad o constante dieléctrica  $\epsilon$  del aislamiento.

Para el caso de los cables de campo radial, la capacidad será:

$$C = \frac{0,0241 \cdot \varepsilon}{\log \frac{D}{d}} \mu F/km$$

En donde:

- D es el diámetro del aislante
- d es el diámetro del conductor
- $\varepsilon$  es 2,5 (XLPE)

La intensidad de carga es la corriente capacitiva que circula debido a la capacidad entre el conductor y la pantalla. La corriente de carga en servicio trifásico simétrico para la tensión más elevada de la red es:

$$I_{cc} = 2\pi f C \frac{U_m}{\sqrt{3}} 10^{-3} A/km$$

En donde:

- C es la capacidad  $\mu F/km$
- $U_m$  es la tensión más elevada del material

### 3.6 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN SERVICIO PERMANENTE

Según se establece en la ITC-LAT-06, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada, no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la siguiente tabla.

*Tabla 6. Temperaturas máximas aislamiento conductores*

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente $\theta_s$	Cortocircuito $\theta_{cc}$ ( $t \leq 5s$ )
Polietileno reticulado XLPE	90°C	250°C

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-LAT-06 para condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en siguiente tabla.

- Temperatura máxima en el conductor: 90°C
- LSMT en servicio permanente
- 3 cables unipolares bajo tubo en trébol
- Profundidad en instalación: 1 m
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25°C
- Temperatura del aire ambiente: 40°C

**Tabla 7. Intensidades máximas admisibles en conductores XLPE, Al, bajo tubo**

Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en triángulo en contacto)
400	415

En el caso en que no se cumplan las condiciones descritas anteriormente, la intensidad admisible deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas.

Las condiciones a considerar para la corrección del valor de la intensidad admisible son las siguientes:

- Temperatura del terreno
- Agrupación de los circuitos
- Resistividad térmica del terreno
- Profundidad de la instalación

Tras la aplicación de los diferentes factores correctores, debe cumplirse que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla anterior.

A continuación, se muestran las tablas con los factores de corrección para cada una de las condiciones.

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección (Fct), de la intensidad máxima admisible para temperaturas del terreno distintas de 25 °C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

**Tabla 8. Factor de corrección de temperatura**

Temperatura Servicio Permanente $\theta_s$ (90 °C)	
Temperatura del terreno $\theta_t$ (°C)	Factor de corrección
10	1,11
15	1,07
20	1,04
25	1,00
30	0,96
35	0,92
40	0,88
45	0,83
50	0,78

En nuestro caso se considera un factor  $F_{ct} = 1,00$ , que se corresponde con una temperatura del terreno estimada de 25°C.

El factor relativo a agrupación de circuitos ( $F_{ca}$ ), cuando una línea subterránea de media tensión se componga de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terna según

este colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además, se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

Para las ternas de cable enterradas en una zanja en el interior de tubos, se aplicarán los coeficientes indicados en la

*Tabla 9. Coeficiente corrector por agrupación de cables*

Circuitos en tubulares soterrados (un circuito trifásico por tubo)			
Tubos dispuestos en plano horizontal			
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm		
	Contacto	200	400
2	0.8	0.83	0.87
3	0.7	0.75	0.8
4	0.64	0.7	0.77

En nuestro caso se considera un factor  $F_{ca} = 1$  ya que no hay más tramos agrupados. La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla siguiente muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

*Tabla 10. Resistividad del terreno según la naturaleza*

Resistividad térmica del terreno (K·m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
0,90	Hormigón
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

En la siguiente tabla se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno ( $F_{crt}$ ), los correspondientes factores de corrección de la intensidad máxima admisible.

*Tabla 11. Factores de corrección de resistividad para cables bajo tubo*

Sección de los conductores mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno (K·m/W)						
	Una terna por tubo						
	0,80	0,90	1	1,5	2	2,5	3
150	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

En nuestro caso se considera un factor  $F_{crt} = 0,92$ , que se corresponde con una resistividad térmica del terreno de  $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$  para un conductor de  $400 \text{ mm}^2$  de sección.

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación ( $F_{cp}$ ) distintas de 1m.

*Tabla 12. Factores de corrección de profundidad*

Profundidad de instalación (m)	Sección (mm <sup>2</sup> ) de cables enterrados bajo tubo	
	95 y 150	240 y 400
0,6	1,04	1,06
0,8	1,02	1,03
1	1	1
1,2	0,98	0,98

En nuestro caso se considera un factor  $F_{cp} = 1$ .

En base a los factores expuestos, la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp} \cdot F_a$$

Donde:

- $I_{adm}$ : Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.
- $I$ : Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.
- $F_{ct}$ : Factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- $F_{crt}$ : Factor de corrección debido a la resistividad del terreno.
- $F_{ca}$ : Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.
- $F_{cp}$ : Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.
- $F_a$ : Factor de corrección adicional

## 3.7 PÉRDIDAS POR EFECTO JOULE

La pérdida de potencia será por efecto Joule se producen debido al calentamiento del conductor ante el paso de la corriente eléctrica y se calculará mediante la siguiente expresión:

$$P_j = 3 \cdot R \cdot l \cdot I^2$$

- $P_j$ : Potencia de pérdidas por efecto Joule en Watios.
- $R$ : Resistencia de la línea en  $\Omega/\text{km}$ .
- $l$ : Longitud de la línea en km
- $I$ : Intensidad de cálculo en Amperios.

## 3.8 COMPROBACIÓN EN RÉGIMEN DE CORTOCIRCUITO

### 3.8.1 Comprobación de la sección del conductor en régimen de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito, se supone como dato de partida la potencia de cortocircuito en la red de media tensión, suministrado por la compañía suministradora EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L.U., siendo esta de 866 MVA.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{866}{\sqrt{3} \cdot 20} = 24,99 \text{ kA}$$

Ha de comprobarse con la norma UNE 21-192 que la sección mínima del conductor, en régimen adiabático, para la intensidad de cortocircuito trifásica obtenida, resulta inferior a la del cable a instalar.

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)}{\ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_s + \beta}\right)}}$$

Donde:

- $\theta_f$ : Temperatura final en °C de la pantalla en el cortocircuito (250 °C)
- $\theta_i$ : Temperatura inicial en °C de la pantalla en el cortocircuito (90 °C)
- K: Dependen de la naturaleza del conductor y del incremento de temperaturas del cortocircuito de 160°C (XLPE) y, para aluminio adoptan los valores siguientes:
  - K=95
- $\beta$ : Dependen de la naturaleza del conductor y de las temperaturas de inicio y final del cortocircuito y, para aluminio adoptan los valores siguientes:
  - $\beta=228$

La intensidad de cortocircuito soportada por el conductor según catálogo es 37,6 kA durante 1 segundo, muy superior a la de la red de distribución.

### 3.8.2 Comprobación de la sección de la pantalla en régimen de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito monofásica más desfavorable, se describe en el apartado anterior.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito de la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta pantalla de Al de 0,3 mm de espesor, temperatura inicial de 70°C y temperatura final de la pantalla de 180°C.

En la siguiente tabla se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Figura 2. Intensidades cortocircuito admisible en pantallas en kA

Conductor	Sección mm <sup>2</sup>	Tiempo de cortocircuito en s
		1
12/20 kV	400	3,98

### 3.9 PÉRDIDA DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot (\cos\phi)^2}$$

### 3.10 CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA

La caída de tensión que se produce en una línea trifásica, viene determinada por la fórmula:

$$U = \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos\theta + X \cdot \sin\theta)$$

- U:Caída de tensión en V
- I:Intensidad en A.
- l:Longitud de la línea en km.
- R:Resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura de servicio en  $\Omega/\text{Km}$
- X:Reactancia a frecuencia en  $\Omega/\text{km}$
- $\theta$ :Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

Los factores se calculan de acuerdo con la norma UNE21144.

Los límites máximos de variación de la tensión de alimentación a los consumidores finales serán de  $\pm 7$  por 100 de la tensión de alimentación declarada, de acuerdo al R.D. 1955/2000 de 1 de diciembre.

La caída de tensión con respecto a la tensión nominal de la línea debe ser menor del 5%.

### 3.11 EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS TOTALES DE POTENCIA ACTIVA

Las pérdidas totales de potencia activa vienen dadas por la suma de los tres tipos de pérdidas calculadas en los tres puntos anteriores.

El total de potencia activa perdida no debe ser superior al 3%.

### 3.12 RESUMEN DE RESULTADOS

El resumen de resultados de la línea soterrada es el reflejado en la siguiente tabla:

<b>CÁLCULOS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
LSAT 20 kV FV Mesa Roldán 3 - CS CONIL 20 kV (4,99 MW)			
<b>Cálculos generales</b>			
Potencia aparente de cálculo	5,5 MVA		
Tensión nominal	20 kV		
Factor de potencia	0,9		
Longitud de la línea (Tramo I + Tramo III)	1.769,27+137,34 m		
<b>Intensidad calculada</b>	<b>160 A</b>		
Intensidad máxima admisible de catálogo bajo tubo	415 A		
Factor de corrección por temperatura del terreno 25°C	1		
Factor de agrupación de circuitos	1		
Factor de corrección por resistividad termica	0,92		
Factor por profundidad 1,2m	0,98		
<b>Intensidad máxima admisible corregida</b>	<b>374 A</b>		
<b>Factor de carga</b>	<b>42,78 %</b>		
Capacidad	0,376 $\mu$ F/km		
$I_{c\text{ cap}}$	2,46 A/km		
Intensidad de carga capacitiva	4,68 A		
<b>Cálculos caída de tensión</b>			
Resistencia de la línea a 90°C	0,1000 $\Omega$ /km		
DMG	41,5 mm		
Disposición de los conductores	Tresbolillo		
Reactancia de la línea	0.096 $\Omega$ /km		
Caída de tensión a 90 °C	70 V		
<b>% Caída de tensión</b>	<b>0,309%</b>		
<b>Capacidad máxima de transporte según f.d.p.</b>			
Factor de potencia	0,85	0,9	1
P máxima	11,02 MW	11,67 MW	12,96 MW
<b>Pérdida de potencia</b>			
Pérdida de potencia activa total a 90°C	80,08 kW		
<b>% Pérdida de potencia</b>	<b>0,69%</b>		
<b>Intensidad de cortocircuito</b>			
Intensidad admisible del conductor	37,7 kA		
Intensidad admisible de la pantalla	3,98 kA		
Intensidad máxima de diseño	25 kA		
Intensidad mínima de diseño	2,69 kA		

### 3.13 CAMPOS MAGNÉTICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100  $\mu$ T).

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot I / (2 \cdot \pi \cdot r) \text{ (T)}$$

Donde:

I = corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

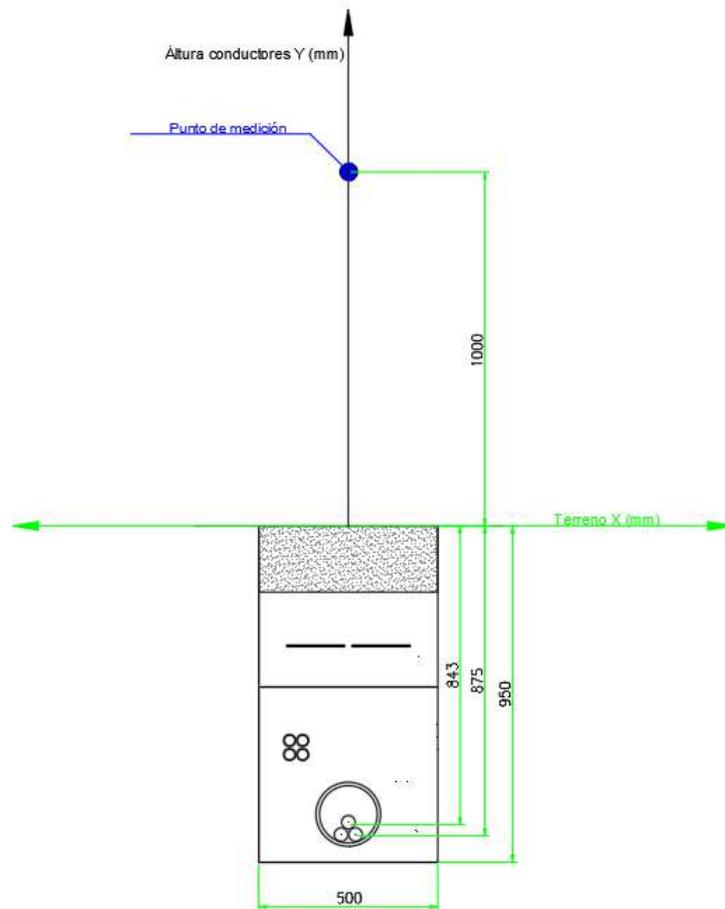
r = distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).

Los datos a introducir son la posición de los conductores en la zanja.

Se cogerá una distancia de 100 m desde el eje de la línea con divisiones cada 10 m a cada lado del eje X para evaluar el campo magnético. El punto de medición se situará a 1m en el eje Y.

Para ponernos del lado de la seguridad se ha cogido la intensidad aproximada que podría soportar el conductor de 374 A desfasados 120° bajo tubo.

Figura 3. Datos de entrada



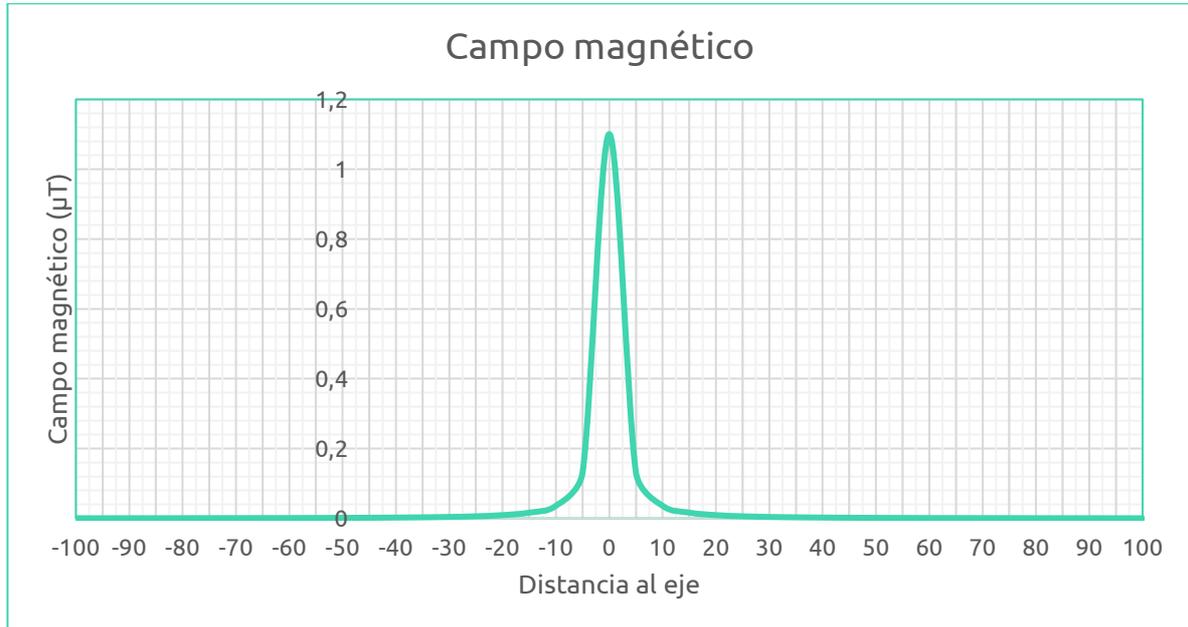
Los resultados arrojados por la simulación aparecen en la tabla y gráfico siguientes:

Tabla 13. Resumen de resultados

Distancia al eje (m)	Valor del campo ( $\mu\text{T}$ )
-100,00 m	0,0004 $\mu\text{T}$
-90,00 m	0,0005 $\mu\text{T}$
-80,00 m	0,0006 $\mu\text{T}$
-70,00 m	0,0008 $\mu\text{T}$
-60,00 m	0,0010 $\mu\text{T}$
-50,00 m	0,0015 $\mu\text{T}$
-40,00 m	0,0023 $\mu\text{T}$
-30,00 m	0,0041 $\mu\text{T}$
-20,00 m	0,0093 $\mu\text{T}$
-10,00 m	0,0361 $\mu\text{T}$
0,00 m	1,1006 $\mu\text{T}$

Distancia al eje (m)	Valor del campo ( $\mu\text{T}$ )
10,00 m	0,0361 $\mu\text{T}$
20,00 m	0,0093 $\mu\text{T}$
30,00 m	0,0041 $\mu\text{T}$
40,00 m	0,0023 $\mu\text{T}$
50,00 m	0,0015 $\mu\text{T}$
60,00 m	0,0010 $\mu\text{T}$
70,00 m	0,0008 $\mu\text{T}$
80,00 m	0,0006 $\mu\text{T}$
90,00 m	0,0005 $\mu\text{T}$
100,00 m	0,0004 $\mu\text{T}$

Gráfica 1. Campo magnético



## 4 CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA 20 KV

### 4.1 CAPACIDAD DE TRANSPORTE

#### 4.1.1 Densidad de corriente e intensidad máxima admisible

La densidad de corriente máxima admisible en régimen permanente, de acuerdo con el artículo 4.2.1 de la ITC-07 del R.D. 223/2008 para una línea de corriente alterna y 50 Hz de frecuencia para conductores de Aluminio se obtiene de la tabla 11 de dicha instrucción:

Tabla 14. Densidad de corriente máxima de los conductores en régimen permanente

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Cobre	Aluminio	Aleación de AL
10	8,75		
15	7,6	6	5,6
25	6,35	5	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,1	4	3,7
70	4,5	3,55	3,3
95	4,05	3,2	3
125	3,7	2,9	2,7
160	3,4	2,7	2,5
200	3,2	2,5	2,3
250	2,9	2,3	2,15
300	2,75	2,15	2

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Cobre	Aluminio	Aleación de AL
400	2,5	1,95	1,8
500	2,3	1,8	1,7
600	2,1	1,65	1,55

Al emplear una sección de cable que no se encuentra en dicha tabla, para obtener el valor de la densidad de corriente se interpolará entre valores externo de la tabla lo más ajustados posibles, que contengan la sección.

Por lo tanto, se interpola para la sección de cable empleada mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sigma_0 + \frac{\sigma_1 - \sigma_0}{S_1 - S_0} \cdot (S - S_0)$$

Siendo:

- $S_0$  : sección inferior a la escogida
- $\sigma_0$  : valor tabla correspondiente a la sección inferior a la escogida
- $S_1$  : sección superior a la escogida
- $\sigma_1$  : valor tabla correspondiente a la sección superior a la escogida
- $S$  : sección conductor escogido
- $\sigma$  : valor calculado

A ese valor obtenido se le aplica un factor de corrección, al ser un cable de Aluminio-Acero. El factor de corrección viene dado en la ITC-07 apartado 4.2.1 del R.D. 223/2008. Tendrá un valor que varía en función de la composición del conductor. La densidad de corriente corregida se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$\sigma_c = \sigma \cdot f_c$$

Se obtiene la intensidad máxima admisible por el conductor mediante la expresión:

$$I_{m\acute{a}x} = \sigma_c \cdot S$$

Con todo ello, se obtienen los siguientes resultados:

*Tabla 15. Densidad de corriente*

Densidad de corriente	
Sección inferior a la escogida	95,0 mm <sup>2</sup>
Sección superior a la escogida	125,0 mm <sup>2</sup>
$\sigma_0$	3,20 A/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1$	2,90 A/mm <sup>2</sup>
$\sigma$	2,99 A/mm <sup>2</sup>
Número de hilos	37
$f_c$	0,916
$\sigma_c$	2,74 A/mm <sup>2</sup>
$S$	116,2 mm <sup>2</sup>
$I_{m\acute{a}x}$	318,0 A

## 4.1.2 Capacidad de transporte máxima en régimen en verano/invierno

Se ha calculado la capacidad de transporte del circuito de la línea y su variación con la temperatura ambiente, con una velocidad de viento de 0,6 m/s perpendicular al conductor y considerando el efecto de la radiación solar en las condiciones climáticas de la zona más desfavorable.

El resumen de los resultados obtenidos es el siguiente (MVA por circuito y A por conductor).

*Tabla 16. Capacidad de transporte máxima*

	Tª del conductor: 50,0 °C	
	Capacidad de Transporte por circuito (MVA)	Intensidad admisible por conductor (A)
Tª Invierno: 15,1 °C	11,48 MVA	331 A
Tª Verano: 28,6 °C	8,77 MVA	253 A

Las temperaturas se han obtenido de la Guía Resumen del Clima en España de 1971-2000, del ministerio de Obras Públicas y Transporte, edición 2001. Para el cálculo de la capacidad de transporte por circuito se han seleccionado las medias de las temperaturas máximas del mes más cálido y del mes más frío.

Con el presente estudio se cumple lo establecido en el R.D. 223/2008, ya que se ha tenido en cuenta la temperatura alcanzada por los conductores, las condiciones climatológicas y la carga en línea.

## 4.2 PARÁMETROS ELÉCTRICOS

### 4.2.1 Resistencia eléctrica

La resistencia de la línea se calcula mediante la siguiente expresión.

$$R = \frac{R_k \cdot l}{n \cdot n_c}$$

Dónde:

- R=Resistencia total de la línea ( $\Omega$ )
- R<sub>k</sub>=Resistencia por kilómetro de conductor ( $\Omega/\text{km}$ )
- l= Longitud de la línea (km)
- n= Número de conductores por fase
- n<sub>c</sub>= Número de circuitos

### 4.2.2 Reactancia del conductor

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left( 2 \cdot 10^{-4} \cdot \ln \left( \frac{DMG}{RMG'} \right) \right)$$

Donde:

- $X_k$ = Reactancia aparente en  $\Omega/\text{km}$ .
- $f$ = Frecuencia de la red en hercios=50.
- $RMG$ = Radio medio geométrico de una fase en milímetros.

$DMG$ = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

## 4.2.3 Capacitancia

La capacidad de cada fase al neutro por unidad de kilómetro se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_k = \frac{0,0556}{\ln \frac{DMG}{RMG}}$$

## 4.2.4 Susceptancia

La Susceptancia kilométrica ( $B_k$ ), que es la parte imaginaria de la admitancia, viene dada por la expresión:

$$B_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_k$$

## 4.2.5 Impedancia de la línea

La impedancia kilométrica de la línea ( $Z_k$ ) viene determinada por la siguiente expresión:

$$Z_k = R_k + j \cdot X_k$$

## 4.2.6 Caída de tensión

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} \cdot I_c \cdot l \cdot (R_k \cdot \cos \theta + X_k \cdot \text{sen} \theta)$$

$$e(\%) = \frac{e}{U_N} \cdot 100$$

Dónde:

- $e$  = Caída de tensión (V)
- $L$  = Longitud de la línea (km)
- $I_c$  = Intensidad de cálculo (A)
- $R_k$  = Resistencia por fase y por kilómetro de conductor ( $\Omega/\text{km}$ )
- $X_k$  = Reactancia por fase y por kilómetro de conductor ( $\Omega/\text{km}$ )
- $\theta$  = Ángulo de desfase entre la intensidad y la tensión en el extremo receptor
- $U_N$  = Tensión nominal (kV)

Se admite una caída máxima de tensión del 5%.

## 4.2.7 Pérdidas por efecto joule

Si por un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido al choque que sufren los electrones con las moléculas del conductor por el que circulan elevando la temperatura de este.

Las pérdidas por efecto Joule, vienen dadas por la siguiente ecuación:

$$R_k(T_{trabajo}^{\circ}) = R_k(20^{\circ}) \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta_{trabajo} - \theta_{20^{\circ}}))$$

Donde:

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura de la resistencia a 20°C del Aluminio (0,00403°C)

$\theta_{trabajo}$  = Temperatura máximo de trabajo del conductor (° C)

$\theta_{20^{\circ}}$  = Temperatura del conductor a 20°C

$$P(\%) = \frac{P \cdot R \cdot L}{U^2 \cdot \cos^2 \phi} \times 100$$

- P = Potencia transportada por circuito (MW)
- R = Resistencia del conductor a la temperatura máxima de operación (Ω/km)
- L = Longitud de la línea (km)
- U = Tensión nominal (kV)
- Cos  $\phi$  = factor de potencia de la carga.

Se admite una pérdida de potencia máxima por efecto Joule del 3%.

## 4.2.1 Efecto corona

El efecto corona se produce por la rigidez dieléctrica del aire y el campo eléctrico creado en la superficie del conductor, provocando pérdidas de energía cuando este campo eléctrico supera la citada rigidez dieléctrica del aire.

La rigidez dieléctrica depende de la presión barométrica, la temperatura y la humedad relativa. El campo eléctrico en la superficie del conductor depende de la tensión del sistema, de la disposición geométrica de los conductores que componen el circuito, de la rugosidad del cable y de otra serie de factores complejos.

La tensión a partir de la cual comienzan las pérdidas por este fenómeno se denomina "tensión crítica disruptiva" y viene dada por la fórmula siguiente:

$$E_c = m \cdot E_0 \cdot \delta \cdot \left[ 1 + \frac{0,301}{\sqrt{\delta \cdot r_c}} \right] (kV_{rms}/cm)$$

Se tienen los siguientes parámetros:

- m: coeficiente de estado superficial del conductor
- $\delta$ : Factor de corrección de la densidad del aire
- r<sub>c</sub>: Radio exterior del conductor

- $E_0$ : Gradiente crítico disruptivo del aire bajo condiciones normales (21,1 kV<sub>rms</sub>/cm) en valor eficaz.

Para el cálculo de  $\delta$ :

$$\delta = \frac{273 + t_0}{273 + t} \cdot \frac{P}{P_0}$$

Donde:

$$10 \cdot \log(P) = \log(76) - \frac{h}{18336}$$

Siendo:

- h: Altitud m.s.n.m.
- t: Temperatura ambiente en grados Celsius °C
- $t_0$ : Temperatura de referencia 25°C
- P: Presión barométrica según altitud
- $P_0$ : Presión barométrica de referencia 760 mmHg

El campo eléctrico en la superficie del conductor se calcula de la siguiente manera:

$$E_m = \frac{U_{f-t}}{n \cdot r_c \cdot \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)}$$

Siendo:

- $U_{f-t}$ : Tensión más elevada fase - tierra
- n: número de conductores por fase
- $r_c$ : Radio exterior del conductor
- DMG: Distancia media geométrica entre fases
- RMG: Radio medio geométrico del haz de conductores

Para producirse pérdidas por efecto corona, el gradiente eléctrico en la superficie del conductor debe superar la tensión disruptiva crítica

## 4.3 RESUMEN DE RESULTADOS DEL CÁLCULO ELÉCTRICO

Tabla 17. Resumen de resultados

RESUMEN DE RESULTADOS	
Potencia de diseño	5 MVA
Tensión de diseño	20 kV
Intensidad de cálculo	144,0 A
Valores eléctricos por km	
Resistencia Rk	0,344 Ω/km

Reactancia Xk	0,367 Ω/km
Capacidad de la línea C'	0,010 μF/km
Susceptancia capacitiva B'	3,120 μS/km
<b>Valores eléctricos totales línea</b>	
Resistencia R	0,027 Ω
Reactancia X	0,029 Ω
Capacidad de la línea C'	0,001 Ω
Susceptancia capacitiva B'	0,246 Ω
<b>Efecto corona</b>	
Campo crítico de inicio de corona visible	23,50 kVp/cm
Campo crítico de inicio de descargas	17,33 kVp/cm
Campo eléctrico en la superficie del conductor	3,54 kVp/cm

<b>Pérdidas en la línea</b>	
Pérdidas joule	0,00 MW
	0,04%
Pérdidas efecto corona	0,00 MW
	0,00%
Pérdidas totales	0,00 MW
	0,04%
Caída de tensión	0,01 kV
	0,05%
<b>Rendimiento de la línea</b>	
99,96%	

## 4.4 CÁLCULO CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μT).

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot I / (2 \cdot \pi \cdot r) \text{ (T)}$$

Donde:

I = corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

r = distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).

### 4.4.1 Resultado del campo electromagnético

Los datos a introducir son la posición de los conductores en el punto más bajo del vano (para la línea de media de este proyecto se ha optado por 7 m de altura como mínimo).

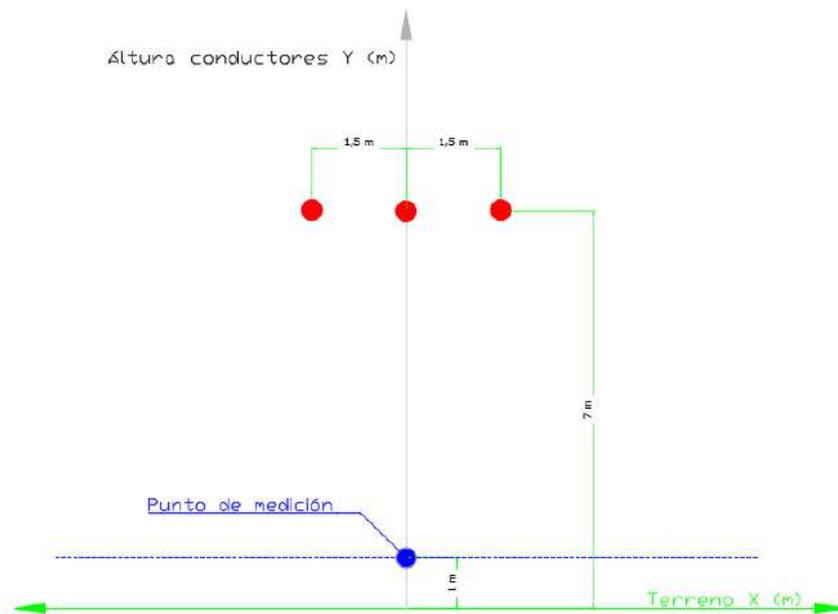
Se cogerá una distancia de 100 m desde el eje de la línea con divisiones cada 10 m a cada lado del eje X para evaluar el campo magnético.

El punto de medición se situará a 1m en el eje y mediciones cada 10 m en el eje X de altura.

El ancho de semicrucetas escogido es de 1,5 m y la distancia vertical entre fases es de 7 m.

Para ponernos del lado de la seguridad se ha cogido la intensidad aproximada que podría soportar el conductor de 250 A desfasados 120°

Figura 4. Datos de entrada



Los resultados arrojados por la simulación aparecen en la tabla y gráfico siguientes:

Tabla 18. Resumen de resultados

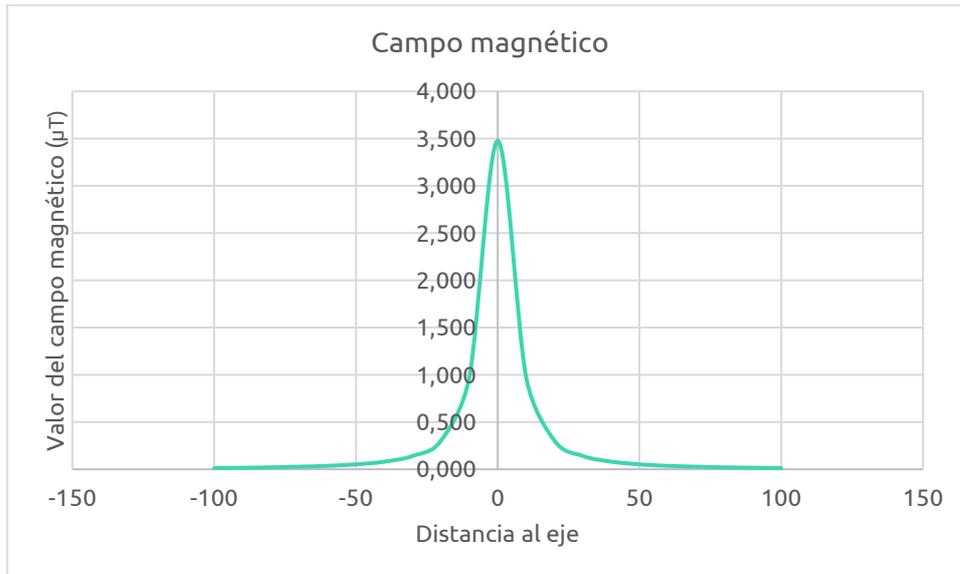
Distancia al eje (m)	Valor del campo magnético ( $\mu\text{T}$ )	Valor del campo eléctrico (kV/m)
-100,00	0,013	0,000
-90,00	0,016	0,000
-80,00	0,020	0,000
-70,00	0,027	0,001
-60,00	0,036	0,001
-50,00	0,052	0,001
-40,00	0,080	0,003

Distancia al eje (m)	Valor del campo magnético ( $\mu\text{T}$ )	Valor del campo eléctrico (kV/m)
-30,00	0,141	0,006
-20,00	0,303	0,016
-10,00	0,977	0,072
0,00	3,476	0,060
10,00	0,977	0,072
20,00	0,303	0,016
30,00	0,141	0,006
40,00	0,081	0,003

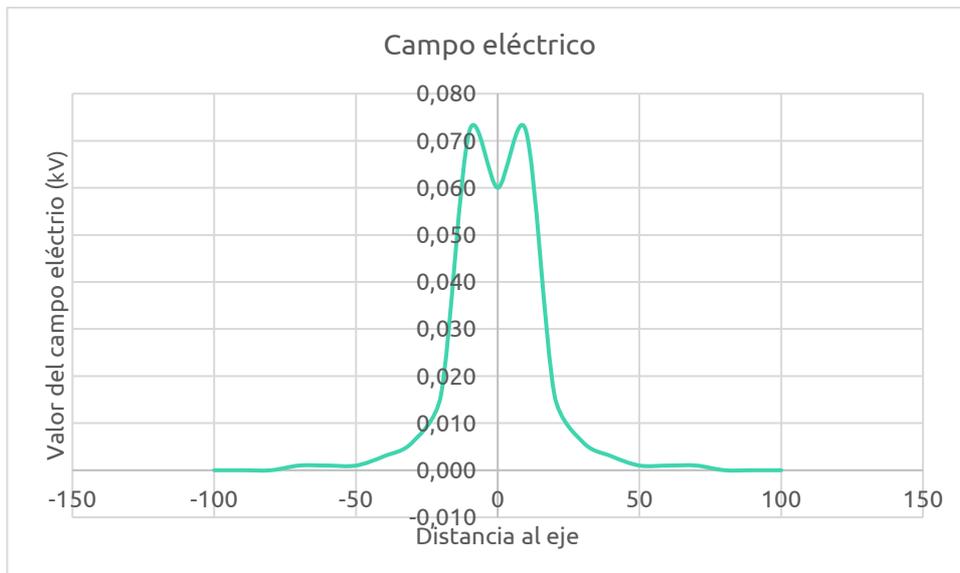
Distancia al eje (m)	Valor del campo magnético ( $\mu\text{T}$ )	Valor del campo eléctrico (kV/m)
50,00	0,052	0,001
60,00	0,036	0,001
70,00	0,027	0,001

Distancia al eje (m)	Valor del campo magnético ( $\mu\text{T}$ )	Valor del campo eléctrico (kV/m)
80,00	0,020	0,000
90,00	0,016	0,000
100,00	0,013	0,000

Gráfica 2. Campo magnético



Gráfica 3. Campo eléctrico



## 4.5 CÁLCULO MECÁNICO

### 4.5.1 Cargas y sobrecargas a considerar del conductor

Según el artículo 3.1 de la ITC-07 del R.D. 223/2008 las cargas y sobrecargas a considerar se distinguen según:

- Cargas permanentes
- Sobrecarga debida a la acción del viento

Además de esto se calculará la carga total (sobrecarga debida a la acción del peso y viento).

#### 4.5.1.1 Cargas permanentes

Se considerará la carga vertical debida al peso del propio conductor, que se calcula tal y como sigue a continuación:

- Conductor LA-110

Para obtener el valor en daN/m se realiza la siguiente conversión de unidades:

$$P_C = 0,4325 \frac{Kg}{m} \cdot 0,981 \frac{daN}{Kg} = 0,424 \frac{daN}{m}$$

#### 4.5.1.2 Cargas debidas a la acción del viento

Según el artículo 3.1.2.1 del R.D. 223/2008, la presión producida por el viento sobre el conductor o cable de tierra viene dada por la siguiente expresión:

$$P_V = q \cdot d$$

Donde:

- $P_V$ : Presión del viento en daN/m
- $d$ : Diámetro del conductor en metros
- $q$ : Presión de viento, se calcula mediante una de las siguientes expresiones
- $V_V$ : Velocidad del viento en km/h y se toma 120 Km/h como mínimo.

$$q = 60 \cdot \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \quad d \leq 16 \text{ mm}$$

- Conductor LA-110

Se calculará mediante la segunda expresión:

$$q = 60 \cdot \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 = 60 \cdot \left(\frac{120}{120}\right)^2 = 60 \frac{daN}{m^2}$$

Con lo que se puede calcular la presión producida por el viento:

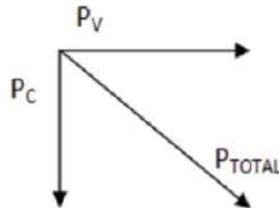
$$P_V = q \cdot d = 60 \cdot 0,014 = 0,84 \frac{daN}{m}$$

Para calcular la carga total, deben componerse vectorialmente el peso y la fuerza del viento.

### 4.5.1.3 Peso aparente por sobrecarga de viento

La carga total se obtiene mediante la suma vectorial del peso y la presión del viento:

$$P_T = \sqrt{P_V^2 + P_C^2}$$



- Conductor LA-110

$$P_T = \sqrt{P_V^2 + P_C^2} = \sqrt{0,84^2 + 0,424^2} = 0,941 \frac{daN}{m}$$

## 4.6 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

Los conductores e hilos de tierra de las líneas eléctricas aéreas están sujetos a la influencia de:

- Variaciones de temperatura
- La acción del viento

Estas magnitudes son de origen climatológico y cada uno de estos factores afecta a la tensión mecánica, a la longitud del conductor y a la flecha. Es por ello que se hace necesario relacionar estas variables, y esto se realiza mediante la “ecuación de cambio de condiciones”.

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E$$

$$B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

- a=Longitud proyectada del vano de regulación (m)
- $T_0$ = Tensión horizontal en las condiciones iniciales (daN)
- $\Theta_0$ = Temperatura en las condiciones iniciales (°C)
- $P_0$ = Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (daN/m)
- T=Tensión horizontal en las condiciones finales (daN)
- $\Theta$ = Temperatura en las condiciones finales (1/°C)
- P=Sobrecarga en las condiciones finales (daN/m)
- S=Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- E= Módulo de elasticidad del conductor (daN/mm<sup>2</sup>)
- $\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C)

## 4.7 CÁLCULOS MECÁNICOS A CONSIDERAR

Según el artículo 3.2 de la ITC-07 se realizarán siguientes cálculos mecánicos:

- Tracción máxima admisible
- Comprobación de los fenómenos vibratorios
- Flechas máximas de los conductores y cables de tierra.

### 4.7.1 Tracción máxima admisible

El R.D. 223/2008 establece que la tracción máxima admisible de los conductores y cables de tierra no resultará superior a su carga de rotura, dividida por un coeficiente como mínimo de 2,5 (en el presente estudio se utilizará un coeficiente de seguridad de valor igual a 3), considerándose sometidos a la hipótesis de sobrecarga que se presentan a continuación.

*Tabla 19. Condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible*

Zona A			
Hipótesis	Temperatura (° C)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga Hielo
Tracción máxima viento	-5	120 Km/h	No aplica

La tracción máxima admisible se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_{max.adm} = \frac{Q_r}{C_s}$$

Donde:

- $T_{max.adm}$ =Tracción máxima admisible en daN
- $Q_r$ = Carga de rotura en daN
- $C_s$ =Coeficiente de seguridad, que es igual a 3

Para cada conductor resulta:

- Conductor LA-110

$$T_{max.adm} = \frac{4317}{3} = 1439 \text{ daN}$$

La tensión unitaria máxima ( $t_{max.adm}$ ) se calcula como el cociente entre la tracción máxima admisible y la sección del conductor.

$$t_{max.adm} = \frac{T_{max.adm}}{S_{conductor}}$$

- Conductor LA-110

$$t_{max.adm} = \frac{1439}{116,2} = 12,38 \frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}$$

#### 4.7.2 Tensión de cada día (Every day stress, EDS)

La aparición de fenómenos vibratorios en un conductor se encuentra condicionada por la tensión a la que éste se ve sometido. Para tensiones mecánicas elevadas aumentan las probabilidades de que se produzca este fenómeno.

Para evitar que se produzcan vibraciones en el cable que puedan conducir a la rotura de los hilos que lo componen es conveniente mantener dicha tensión dentro de unos límites.

Se define la tensión de cada día como la tensión a la que está sometido el cable la mayor parte del tiempo correspondiente a la temperatura media, sin que exista sobrecarga alguna. Se expresa en tanto por ciento de la carga de rotura del cable y está ligado a una temperatura que se llama "temperatura de cada día".

Se calcula de la siguiente manera:

$$EDS(\%) = \frac{T}{Q_r} \leq 15 \%$$

Donde:

- T = Tensión a 15°C sin sobrecarga en daN
- $Q_r$  = Carga de rotura en daN

#### 4.7.3 Tensión en horas frías (Cold Hour stress, CHS)

Al igual que el apartado anterior, la aparición de fenómenos vibratorios en un conductor se encuentra condicionada por la tensión a la que éste se ve sometido.

Para evitar que se produzcan vibraciones en el cable que puedan conducir a la rotura de los hilos que lo componen es conveniente mantener dicha tensión dentro de unos límites.

Se define la tensión del conductor en las horas frías no sea superior a como la tensión a la que está sometido el cable la mayor parte del tiempo correspondiente a la temperatura de -5°C, sin que exista sobrecarga alguna. Se expresa en tanto por ciento de la carga de rotura del cable y está ligado a una temperatura de -5°C.

Se calcula de la siguiente manera:

$$CHS(\%) = \frac{T}{Q_r} \leq 20 \%$$

Donde:

- T = Tensión a -5°C sin sobrecarga en daN
- Q<sub>r</sub> = Carga de rotura en daN

#### 4.7.3.1 Comprobación de fenómenos vibratorios

A la hora de determinar las tracciones mecánicas de los conductores y cables de tierra deberá tenerse en cuenta la incidencia de posibles fenómenos vibratorios que pueden, no sólo acortar la vida útil de los mismos, sino también dar lugar a desgaste y fallos en herrajes, aisladores y accesorios, e incluso en elementos de los apoyos. Estos fenómenos son producidos por la vibración eólica y en el caso de conductores en haz, además, la vibración del subvano (entre separadores).

La elección de una tracción adecuada a la temperatura ambiente y el uso de amortiguadores y separadores debidamente posicionados ayudan a prevenir estos fenómenos.

En general, se recomienda que la tracción a temperatura de 15 °C no supere el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

También se recomienda la instalación de grapas de suspensión con varillas de protección.

En el presente proyecto la tracción a temperatura de 15 °C, como ya se indicó anteriormente, no supera el 15 %, por tanto, no se requiere de la implantación en la línea de amortiguadores y separadores.

En el diseño se tendrá también en cuenta que el CHS o tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%.

#### 4.7.4 Flecha máxima de conductores de fase

La flecha es la distancia en vertical entre el punto más bajo del conductor y el punto de sujeción del mismo.

De acuerdo con la clasificación de las zonas de sobrecarga definidas en el apartado 3.1.3 de la ITC- 07, que son las siguientes:

En las zonas A, B y C:

- Hipótesis de viento. Sometidos a la acción de su peso propio y una sobrecarga de viento, según el apartado 3.1.2 de la ITC-LAT-07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 °C.
- Hipótesis de temperatura. Sometidos a la acción de su propio peso, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Para líneas de categoría especial, esta temperatura no será en ningún caso inferior a +85°C para los

conductores de fase. Para el resto de las líneas, para los conductores de fase, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 50 °C.

- Hipótesis de hielo. Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según el apartado 3.1.3, a la temperatura de 0 °C.

Las flechas que se alcanzan en cada vano se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p \cdot a \cdot b}{8 \cdot T} \cdot \left( 1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T^2} \right)$$

Donde:

a: Longitud proyectada del vano (m)

b: Longitud real del vano (m)

$$b = \sqrt{a^2 + h^2}$$

h=Desnivel (m)

T= Componente horizontal de la tensión (daN)

p=Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m)

A continuación, se representan las flechas de cada vano, las flechas se han calculado con el programa IMEDEXSA:

## 4.8 TENSES Y FLECHAS

Los tenses y flechas según las condiciones.

*Tabla 20. Conductor de fase*

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	Tensión max (kg)	EDS (15°C) (%)	Zona a		Tensión (50°C)		Tensión (15°C+V)		Flechas máximas y mínimas		
						CHS (%)	Tensión (-5°C +1/2V)	Tensión (-10°C +V) (kg)	T (kg)	F (m)	T (kg)	F (m)	Flecha mín (m)	Flecha max (m)
AP01-AP02	A	79	79	1000	13,03	19,01	887	1000	314	1,09	795	2,06	0,41	1,09

## 4.9 TABLA DE TENDIDO

Para tender el conductor, es útil disponer de una tabla que proporcione la tensión mecánica y la flecha a distintas temperaturas. Esta tabla se calcula sin considerar efectos de hielo ni de viento, ya que no se realizará el tendido bajo esas condiciones, por lo que sólo se tendrá en cuenta el peso del conductor.

El tensado de los cables de cada tramo de línea comprendido entre dos apoyos deberá hacerse en función de la longitud del vano correspondiente.

Las temperaturas a considerar van desde -5 °C hasta 50 °C para conductores de fase y cable de tierra. Las tablas de tendido se han obtenido del programa IMEDEXSA.

Tabla 21. Tendido conductor de fase

VANO	ZONA	Long. Vano (m)	Desn. de conduct.	Vano Reg. (m)	-5° C		0° C		5° C		10° C		15° C		20° C		25° C		30° C		35° C		40° C		45° C		50° C	
					T (Kg)	F (m)																						
AP01-AP02	A	79	-7,09	79	837	0,41	765	0,45	697	0,49	632	0,54	573	0,6	519	0,66	472	0,73	430	0,8	394	0,87	363	0,94	336	1,02	314	1,09

## 4.10 CÁLCULO DE ESFUERZOS EN APOYOS

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo CUATRO hipótesis diferentes:

- Hipótesis de Viento (hipótesis normales)
- Hipótesis de Hielo (hipótesis normales)
- Hipótesis de Desequilibrio de fases (hipótesis anormales)
- Hipótesis de Rotura de conductores. (hipótesis anormales)

El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función de cada apoyo y por la zona en la que se encuentra.

## Resumen de Hipótesis:

**Tabla 22. Resumen de hipótesis. Zona A**

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea		
	T	<p>Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductores y cables de tierra.</li> <li>- Apoyo.</li> </ul> <p>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)</p>	<p>ALINEACIÓN: No aplica.</p> <p>*ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6.)</p>	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (aptdo. 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (aptdo. 3.1.6)
	V	Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.		
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	T	<p>Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductores y cables de tierra.</li> <li>- Apoyo.</li> </ul> <p>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)</p>	<p>ALINEACIÓN: No aplica.</p> <p>*ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</p>	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (aptdo. 3.1.4.4)	Rotura de conductores y cables de tierra (aptdo. 3.1.6)

\*Aplica resultante de ángulo en 3ª y 4ª hipótesis

**Tabla 23.- Resumen de hipótesis. Zona A (Continuación)**

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea		
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No aplica.  *ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	No aplica	Cargas permanentes (aptdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (aptdo. 3.1.4.4)		Rotura de conductores y cables de tierra (aptdo. 3.1.5.4)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 ° C.				
V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal	T = Esfuerzo transversal	

Tabla 24.- Resumen de hipótesis. Zonas B y C

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (aptdo. 3.1.3)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).  Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se consideraran los conductores y cables de tierra sometidos a unas sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60k/h	
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No se aplica.  ÁNGULO: resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No se aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.6)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apto. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (aptdo. 3.1.3)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).  Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se consideraran los conductores y cables de tierra sometidos a unas sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60k/h (apdo. 3.1.2).	

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)		2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
				(Hielo)	(Hielo + viento)		
	T	<p>Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductores y cables de tierra.</li> <li>- Apoyo.</li> </ul> <p>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</p>	<p>ALINEACIÓN: No se aplica.</p> <p>ÁNGULO: resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</p>	<p>Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductores y cables de tierra.</li> <li>- Apoyo.</li> </ul> <p>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</p>		<p>ALINEACIÓN: No se aplica.</p> <p>*ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</p>	
	L	No aplica.				Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.6)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:

1ª Hipótesis: sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10°C en zona B y -20°C en zona C. Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15°C en zona B y -20°C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).

La 2ª hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

**Tabla 25. Resumen de hipótesis. Zonas B y C (Continuación)**

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Anclaje de Alineación o Anclaje de ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (aptdo. 3.1.3)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se consideraran los conductores y cables de tierra sometidos a unas sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60k/h	
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No se aplica.  ÁNGULO: resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No se aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.6)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)		2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
				(Hielo)	(Hielo + viento)		
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (aptdo. 3.1.3)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)		No aplica	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se consideraran los conductores y cables de tierra sometidos a unas sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60k/h (apdo. 3.1.2).
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductores y cables de tierra.</li> <li>- Apoyo.</li> </ul> SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	No aplica	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductores y cables de tierra.</li> <li>- Apoyo.</li> </ul> SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)			No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4)					
<p>Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:</p> <p>1ª Hipótesis: sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10°C en zona B y -20°C en zona C. Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15°C en zona B y -20°C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.</p>							
V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal			T= Esfuerzo transversal		

## 4.10.1 Acciones a considerar

### 4.10.1.1 Cargas verticales

Carga vertical permanente ( $P_{vp}$ ), en daN:

$$P_{vp} = n \cdot \left[ P_{cond} \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left( \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right]$$

Donde:

- $a_1$  y  $a_2$ = Longitud proyectada del vano anterior y posterior
- $P_{cond}$ =Peso propio del conductor
- $P_{cad}$ = Peso de la cadena, aisladores más herrajes
- $N$ =Número de conductores
- $h_1$  y  $h_2$ = Desnivel del vano anterior y posterior (m)
- $T$ =Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (daN)

### 4.10.1.2 Cargas horizontales

El eolovano de un apoyo es la longitud de vano horizontal que hay que considerar para determinar el esfuerzo que, debido a la acción del viento sobre los cables, transmiten éstos al apoyo.

El eolovano es la semisuma de los vanos contiguos, es decir:

$$a_v = \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

Dónde:

- $a_v$ =Valor del eolovano de un apoyo, en metros
- $F$ =Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación, en daN

$$F = q \cdot d \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (daN)}$$

- $q$ =Presión del viento sobre el conductor (daN/m<sup>2</sup>)

$$q = 60 \cdot \left( \frac{v_v}{120} \right)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ cuando } d \leq 16 \text{ mm}$$

$d$ =diámetro del conductor en mm.

### 4.10.1.3 Resultante de ángulo ( $R_a$ )

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \text{ (daN)}$$

Dónde:

- $\alpha$ = el ángulo interno que forman los conductores entre sí

### 4.10.1.4 Desequilibrio de tracciones (Dt)

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:
  - 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

#### 4.10.1.5 Rotura de conductores (Rc)

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

#### 4.10.2 Condiciones de cálculo línea aérea

Parámetros	Descripción
Origen	AP01 (PAS)
Fin	AP02 (PAS)
Tensión de servicio (kV)	20
Tipo	Aérea en simple circuito (E/S)
Tipo de Crucetas	"T"
Cimentaciones	Monobloque
Conductor de Fase	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)
Tmáx aplicaco	1000
Zonas por donde discurre	A
Nº de Apoyos	2

#### 4.10.3 Esfuerzo sobre los apoyos

A continuación, se resumen los cálculos esfuerzos realizados con el programa informático IMEDEXSA que cumple con las condiciones exigidas por el Real Decreto 223/2008.

### 4.10.3.1 1ª Hipótesis

Tabla 26. Esfuerzo sobre los apoyos. 1ª hipótesis

APOYOS		TORRE SELECCIONADA	ESF.VERTICALES 1ª HIP. (VIENTO 120 Km/h)				ESF.HORIZONTALES 1ª HIP. (VIENTO 120 Km/h)					
			Nº	FUNCIÓN	FASE (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (Kg.)		TOTAL (Kg.)		ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
							TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		
AP01 (PAS)	FL	C-4500	74	222	55	1250	165	3750	3915	---		
AP02 (PAS)	FL	C-4500	-27	-80	55	1250	165	3750	3915	---		

#### 4.10.3.2 Esfuerzo sobre los apoyos. 2ª Hipótesis

Al encontrarse la línea en una altitud entre la altitud de 0 y 500 m (Zona A) no aplica.

#### 4.10.3.3 Esfuerzo sobre los apoyos. 3ª Hipótesis

Al ser apoyos de principio y fin de línea, no se considera esta hipótesis.

#### 4.10.3.4 Esfuerzo sobre los apoyos. 4ª hipótesis

Tabla 27. Esfuerzo sobre los apoyos. 4ª Hipótesis Fase

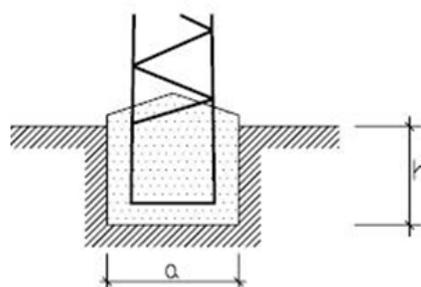
APOYOS		ESF.VERTICALES 4ª HIP. FASE				ESF.HORIZONTALES 4ª HIP. FASE								
		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE CON ROTURA (Kg.)		FASE SIN ROTURA (Kg.)		TOTAL (Kg.)		TORSIÓN SIMPLE (Kg)	TORSIÓN COMPUESTA (ÁNGULOS Y FL) (Kg)		
					TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		ESF. ÚTIL (Kg)	ESF. EQUIVALENTE (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
Nº	FUNCION													
AP01 (PAS)	FL	C-4500	59	178	0	0	0	1000	0	2000	---	2000	2000	1500
AP02 (PAS)	FL	C-4500	-21	64	0	0	0	1000	0	2000	---	2000	2000	1500

## 4.11 CIMENTACIONES

Las dimensiones de las cimentaciones de los apoyos han sido calculadas con el programa IMEDEXSA teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 del R.D. 223/2008.

Se ha considerado el tipo de terreno normal y un tipo de cimentación:

*Figura 5. Tipo de cimentación*



**Cimentación monobloque**

Todos los apoyos dispondrán de cimentación monobloque.

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican a continuación.

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican a continuación.

*Tabla 28. Dimensiones cimentaciones*

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)		Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
			a	h		
AP01 (PAS)	C-4500-22	Monobloque	1,47	2,53	5,47	5,9
AP02 (PAS)	C-4500-12	Monobloque	0,99	2,37	2,32	2,52

## 4.12 AISLAMIENTO Y HERRAJES

En la ITC-07 y su correspondiente tabla 14 que trata sobre líneas de fugas recomendadas, nos encontramos con diferentes nivel de contaminación que sufre línea en función de su zona de permanencia, así nuestra línea se encuentra en una zona sin industrias y con baja densidad de viviendas, además se sitúa muy lejana del mar, con lo cual no puede estar dispuesta a vientos proveniente directamente de éste, por todas estas razones nuestra línea se considera con un nivel de contaminación Ligero I, y por ello línea de fuga mínima debe ser de 16,0 mm/kV. Para mayor seguridad se considera un nivel de contaminación Medio II, con línea de fuga mínima de 20 mm/kV.

La línea de fuga total del aislador de cadena de polimérico ha de ser superior a la línea de fuga mínima que marca el R.D. 223/2008. Para determinar si línea de fuga de nuestra cadena de aisladores es superior a la mínima fijada por el utilizaremos la fórmula de cálculo de grado de aislamiento que establece la norma IEC-815.

$$d_f = \frac{1,1 \cdot U_{f-f} \cdot D_{fo}}{\sqrt{\delta}} = \frac{1,1 \cdot 24 \cdot 20}{\sqrt{1,20}} = 482 \text{ mm} < 650 \text{ mm}$$

Dónde:

- $U_{f-f}$ =Tensión nominal entre fases (kV)
- $D_{fo}$ =Distancia de fuga mínima por contaminación (mm/kV $_{f-f}$ )
- $U_s$ =Tensión más elevada de red en kV
- $\delta$ =Densidad relativa del aire en función de la presión barométrica y de la temperatura ambiente, para este proyecto es de 1,20

Teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante sobre la longitud mínima de las cadenas en amarre y teniendo en cuenta la longitud de los herrajes utilizados en cada cadena, se empleará el aislador con referencia 24/70 EBA para las cadenas de amarre.

La tensión soportada exigida por el R.D. 223/2208 a impulsos tipo rayo tiene valor de 125 kV (valor de cresta).

Según datos del catálogo del fabricante EnverTec, las cadenas formadas por un aislador de cadena de amarres soportan 125 kV (valor de cresta).

Finalmente se puede concluir que las cadenas de amarre constituidas por un aislador con referencia 24/70 EBA cumplen con las solicitudes eléctricas requeridas por el R.D.223/2008.

#### 4.12.1.1 Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC-07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

#### 4.12.1.2 Cálculo mecánico de la cadena de aisladores

Según establece la ITC07 del RLAT, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

### Cálculo cadena de amarre

La carga de rotura mínima del aislador de cadena polimérico de se calculará mediante la siguiente expresión:

$$Carga_{rmin} = C.S_{min} \cdot T_{max} \cdot n$$

Siendo:

- $C.S_{min}$ : Coeficiente de seguridad mínimo =3
- $T_{max}$ : Tracción máxima admisible del conductor
- $n$ : Número de conductores por fase

### Resultados cálculo mecánico de cadenas

*Tabla 29. Resultados cálculo mecánico de cadenas*

Datos necesarios	
Coeficiente de seguridad	3
Tense máximo conductor	1.726,80 daN
n(nº conductores por fase)	1
Cadenas de amarre	
Crmin (amarre)	5.180,40 daN
Comprobación cadenas amarre	
Selección aislador	C2470EB A
Carga de rotura aislador	7000 daN
Número de cadenas necesarias	1
Carga rotura cadena	7000 daN
C.S.	4.05
Carga de rotura cadenas	CUMPLE



Executing your **decarbonisation** vision

# **LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV “FV MESA ROLDÁN 3”**

SP.IN029.01.2.M.GR.301-1A

## **GESTIÓN DE RESIDUOS**

CONIL DE LA FRONTERA Y VEJER DE LA  
FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

*Tabla 1. Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	07/06/2022	Emisión Inicial	CSC	JML	JBM
1A	17/09/2024	Modificado de trazado (trazado subterráneo)	CMF	CVJ	CVJ

*Sevilla, septiembre de 2024*

*el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)*

*Carlos Manuel Vázquez Jiménez*

*Nº de colegiado 1007 -COGITI Cáceres*

## CONTENIDO

<b>1 OBJETO .....</b>	<b>4</b>
1.1 Antecedentes .....	4
1.2 Situación y descripción general del proyecto .....	4
<b>2 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....</b>	<b>4</b>
2.1 Identificación de los residuos .....	4
2.2 Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar .....	7
2.3 Operaciones de reutilización, valoración o eliminación de residuos generados .....	9
2.4 Medidas para la separación de residuos.....	12
2.5 Cuantificación de residuos generados.....	12
<b>3 VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>13</b>
<b>4 ANEXO I: Pliego de precripciones técnicas.....</b>	<b>14</b>

## 1 OBJETO

### 1.1 ANTECEDENTES

El presente estudio de gestión de residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción y explotación 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. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

### 1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el Documento – Memoria Descriptiva del presente proyecto.

## 2 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

### 2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

#### 2.1.1 Residuos generados

De acuerdo con el ámbito en el que se enmarcan las Obras de Construcción de la línea de evacuación de 20 kV del proyecto objeto de estudio en la presente memoria, y que regulan la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (en adelante RCD), los RCD que se prevé generar durante el proceso de construcción se clasifican según el catálogo o lista europea de residuos (LER).

#### 2.1.2 Producción de residuos en la fase de construcción

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 zanjas y arquetas.
- Acopio de material necesario.
- Colocación de separadores y tendido de tubos
- Hormigonado o recubrimiento de arena de los tubos
- Tendido de conductores y cables de tierra.
- Elaboración de empalmes.

- Tapado de las zanjas y colocación de cinta de señalización de cables eléctricos
- Señalización de las zanjas
- Colocación de Cajas de puesta tierra, cajas de telecomunicaciones o arquetas y terminales
- Limpieza y restauración de las zonas de obra.

Los residuos peligrosos generados en la fase de construcción serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra.

Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc.

Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones in-situ.

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón y restos orgánicos, etc. Los excedentes de excavación generados debido a la realización de las cimentaciones de los apoyos se han tenido en cuenta en el presupuesto de Obra Civil de la Línea subterránea y de las zanjas y relleno de hormigón de las zanjas.

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones, serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas. Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc...

### 2.1.3 Lista Europea de Residuos

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la legislación vigente en materia de residuos, "Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular", por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos, los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras, denominados códigos LER, definidos en "Decisión 2014/955/UE", se consideran los siguientes grupos:

- RCD de Nivel I: Tierras limpias y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

Como excepción, no tienen la condición legal de residuos:

*Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionado o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino o reutilización.*

- RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos.

No obstante, no se consideran incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1 m<sup>3</sup> de aporte, no sean considerados peligrosos y requieran por lo tanto un tratamiento especial.

A continuación, se enumeran con su código LER aquellos residuos identificados que serán generados durante la construcción de la línea de evacuación:

*Tabla 2. Residuos generados durante la fase de construcción*

Material Según Lista de residuos de 2014/955/UE	
17 05 04	Tierras limpias y materiales pétreos de la excavación y desbroce
02 01 03	Residuos de tejidos vegetales (procedentes de la limpieza del terreno)
17 02 01	Madera. Incluye los restos de corte de encofrado, etc...
17 02 02	Vidrio
17 02 03	Plásticos procedentes de la construcción
17 04 07	Metales mezclados (hincas, flejes, restos de estructura de los paneles, etc...)
17 04 11	Material eléctrico. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.
20 01 01	Cartón (envoltorio material)
20 01 39	Plástico (envoltorio material)
17 01 01	Hormigón
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintos a las especificadas en el código 17 01 06(1)
17 09 04	Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas

Es necesario aclarar que en el plan de gestión de 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 puntos posteriores 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 posteriores.

### 2.1.4 Residuos potencialmente generables

Adicionalmente a los residuos cuya generación será segura, los cuales han sido identificados en el apartado anterior y serán cuantificados, y su gestión valorada en el presente documento, la construcción de la línea de evacuación 30 kV podría implicar la potencial generación de RCD adicionales. Identificándose por sus códigos LER, estos RCD potencialmente generables son los siguientes:

*Tabla 3. Residuos potencialmente generables*

Material Según Lista de residuos de 2014/955/UE	
01 04 09	Arcilla y arena
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01(7) y 17 06 03(8)
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los especificados en el código 17 08 01(9)
17 05 04	Tierras distintas de las especificaciones del código 17 05 03
17 09 04	Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas
20 03 04	Lodos de fosas sépticas
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (Residuos domésticos)
13 02 05	Aceites usados
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
15 01 11	Aerosoles
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.

## 2.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales.
- Comienzo de la obra.
- Puesta en obra.
- Almacenamiento en obra.

A continuación, se describe cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
  - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
  - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
  - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
  - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.

- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
- Medidas de minimización en el comienzo de las obras
  - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
  - Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
  - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.
- Medidas de minimización en la puesta en obra
  - En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
  - Los excedentes de tierras vegetales procedentes de los movimientos de tierra que no sean necesarios para la restauración de la instalación, se utilizarán para restituir y mejorar campos de cultivo aledaños previo acuerdo con el propietario con el objeto de evitar gestionarlo como residuo por su alto valor agroambiental.
  - En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
  - Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
  - En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
  - Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
  - Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
  - Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
  - Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
  - Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
  - En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.
  - Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de

los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

- Medidas de minimización del almacenamiento en obra
  - Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
  - Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
  - Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
  - Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
  - Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

## 2.3 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión en función del tratamiento y destino de los residuos generado y de los potencialmente generables, de acuerdo con las Operaciones de valorización y eliminación de residuos, fijadas de conformidad con la Decisión 96/350/CE, de la Comisión, de 24 de mayo, por la que se modifican los anexos IIA y IIB de la Directiva 75/442/CEE, del Consejo, relativa a los residuos:

*Tabla 4. Operación y tratamiento de los residuos*

Código LER	Residuo	Operación de tratamiento Tratamiento obligatorio (R) / Tratamiento autorizado en el período transitorio (D)	Destino
01 04 09	Arcilla y arena	D5	Planta de reciclaje RCD/ Según gestor de RNPs
17 01 01	Hormigón	D5	Planta de reciclaje RCD/ Según gestor de RNPs
02 01 03	Residuos de tejidos vegetales (procedentes de la limpieza del terreno)	R1,R3/D5	Vertedero de residuos inertes
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	D5	Según gestor de RNPs/ vertedero autorizado
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificaciones en el código 17 01 06	D5	Planta de reciclaje RCD/ Según gestor de RNPs

Código LER	Residuo	Operación de tratamiento Tratamiento obligatorio (R) / Tratamiento autorizado en el período transitorio (D)	Destino
17 04 07	Metales mezclados	R4,R11	Planta de reciclaje RCD/ Según gestor de RNPs
17 04 05	Hierro y acero	R4, R11	Según gestor de RNPs/ vertedero autorizado
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	D5	Según gestor de RNPs/ vertedero autorizado
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados 170901,170902 y 170903	D5-D9	Según gestor de RNPs/ vertedero autorizado
17 02 01	Madera	R1,R3 / D5	Planta de reciclaje RCD/ Según gestor de RNPs
17 02 03	Plástico	R1,R3 / D5	Planta de reciclaje RCD/ Según gestor de RNPs
17 02 02	Vidrio	R5 / D5	Planta de reciclaje RCD/ Según gestor de RNPs
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	R3,R4,R11/D5	Según gestor autorizado RNPs/ vertedero autorizado
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias	R3-R4 /D9	Según gestor autorizado RNPs
20 01 39	Plásticos	R1,R3/ D5	Planta de reciclaje/ Gestor autorizado de RNPs
20 01 01	Papel y cartón	R1, R3, R5, R11	Planta de reciclaje/ Gestor autorizado RNPs
20 03 04	Lodos de fosas sépticas	R3 / D9	Gestor autorizado RNPs-EDAR
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	R3, R4, R5 / D5	Planta de tratamiento/ vertedero de RNPs
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.	R1, R3, R5, R7 / D5, D9	Gestor autorizado
15 01 06	Envases mixtos	R1, R3, R4, R11	Planta reciclaje RCD / vertedero de RNPs
15 01 10	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz sólida y porosa peligrosa	R4 / D9	Gestor autorizado/ Vertedero para residuos peligrosos
15 01 11	Otros disolventes y mezclas de disolventes	R1, R2	Gestor autorizado/ Vertedero para residuos peligrosos

- Operación de eliminación:
  - D5: Depósito directo en vertedero
  - D9: Tratamiento físico-químico previo a depósito en vertedero.
- Operación de valorización:
  - R1: Valorización energética.
  - R2: Recuperación o regeneración de disolventes.
  - R3: Recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes.
  - R4: Recuperación de metales y compuestos metálicos.
  - R5: Recuperación de otras materias inorgánicas.
  - R7: Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
  - R11: Utilización de materias residuales obtenidas a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10.

Se tendrán además en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.
- Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
- También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.
- Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.
- Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el Ayuntamiento.
- Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.
- Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.
- Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

## 2.4 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo con el artículo 5.5 del RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición; los residuos generados deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Residuos	
Hormigón	80 tn
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	40 tn
Metales (incluidas sus aleaciones)	2 tn
Madera	1 tn
Vidrio	1 tn
Plástico	0,5 tn
Papel y cartón	0,5 tn

Se tendrán además en cuenta las siguientes consideraciones:

- Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de la preceptiva documentación acreditativa.
- En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente, pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

## 2.5 CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características de las obras a realizar para la construcción de la línea de evacuación, así como del emplazamiento, se concluye que todos los residuos generados serán de obra nueva, **no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.**

Para la cuantificación de los residuos generados se tendrán en cuenta los siguientes conceptos:

- **d**: Densidad aparente del material en t/cm<sup>3</sup>

- **Fw:** Factor de esponjamiento, que se refiere al cociente entre el volumen del material en banco VB y el volumen del material suelto VL:

$$Fw = VB/VL$$

- **% residuo:** Se refiere al porcentaje del material utilizado o generado en la planta y que al no ser reutilizable se considerará residuo.
- **Material:** Volumen o Masa de material utilizado o generado en la construcción de la planta
- **Total RCD (m<sup>3</sup> y/o t\*):** Total de RCD generado que según necesidades podrá expresarse en m<sup>3</sup> o t, y que resulta de aplicar:

$$\text{Total RCD (m}^3\text{)} = (\text{V material} \times \% \text{ desechado}) / Fw$$

$$\text{Total RCD (t)} = (\text{M material} \times \% \text{ desechado}) / Fw$$

En la tabla a continuación se indica el desglose de los residuos generados una vez hechos los cálculos según los parámetros anteriormente indicados. Los RCD generados se identificarán y clasificarán según la normativa de aplicación (ver apartado 6.1) procediéndose en su caso a su segregación, según se indica en el apartado 6.4 del presente documento.

*Tabla 5. Cuantificación de los residuos generados línea subterránea*

Etapa	Categoría	Código LER	Tipo de residuo	Volumen	Masa
Construcción y demolición	Residuos industriales no peligrosos	20 03 04	Aguas residuales	6,9000 m <sup>3</sup>	6,9000 t
		02 01 03	Residuos de silvicultura	0,000000 m <sup>3</sup>	0,0000 t
		20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	0,4929 m <sup>3</sup>	0,3450 t
		17 05 04	Tierra de excavación	517,6420 m <sup>3</sup>	1.138,8124 t
		17 02 01	Madera (palets, cajas, encofrados, etc.)	0,0471 m <sup>3</sup>	0,0240 t
		17 04 07	Acero	0,956414 m <sup>3</sup>	7,5079 t
		01 04 09	Arena	11,9305 m <sup>3</sup>	12,5987 t
		17 01 01	Hormigón	3,1173 m <sup>3</sup>	4,7321 t
		17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,0105 m <sup>3</sup>	0,1007 t
		17 02 03	Plástico (Polietileno)	24,5793 m <sup>3</sup>	13,9579 t
	17 04 11	Cobre	0,000025 m <sup>3</sup>	0,00023 t	
	Residuos industriales peligrosos	15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración y trapos de limpieza contaminados por sustancias peligrosas	0,3000 m <sup>3</sup>	0,4286 t
		15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0,2400 m <sup>3</sup>	0,3429 t

### 3 VALORACIÓN ECONÓMICA

Con el objeto de poder establecer el importe necesario para la gestión de los RCD, y conforme a las estipulaciones determinadas en el Decreto 73/2012, de 22 de Marzo, pasará a valorizarse económicamente la gestión de los residuos generados.

En la tabla a continuación pueden verse el desglose y total de dicha valoración económica.

*Tabla 6. Valoración gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) línea subterránea*

LER	Tipo de Residuo	Total RCD generado		Valoración (€/ud)	TOTAL
15 01 11 ; 15 02 02	Residuos peligrosos	0,54 m <sup>3</sup>	0,77 m <sup>3</sup>	1.000,00 m <sup>3</sup>	540,00 m <sup>3</sup>
17 01 01	Hormigón	3,12 m <sup>3</sup>	4,73 m <sup>3</sup>	15,00 m <sup>3</sup>	46,76 m <sup>3</sup>
01 04 09	Arena	11,93 m <sup>3</sup>	12,60 m <sup>3</sup>	7,00 m <sup>3</sup>	83,51 m <sup>3</sup>
17 05 04	Tierra de excavación	517,64 m <sup>3</sup>	1.138,81 m <sup>3</sup>	7,00 m <sup>3</sup>	3.623,49 m <sup>3</sup>
20 03 04	Aguas residuales	6,90 m <sup>3</sup>	6,90 m <sup>3</sup>	30,00 m <sup>3</sup>	207,00 m <sup>3</sup>
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	0,49 m <sup>3</sup>	0,35 m <sup>3</sup>	58,00 m <sup>3</sup>	20,01 m <sup>3</sup>
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.			7,00 m <sup>3</sup>	0,00 m <sup>3</sup>
17 04 05	Metal (acero)	0,01 m <sup>3</sup>	0,10 m <sup>3</sup>	40,00 m <sup>3</sup>	4,03 m <sup>3</sup>
17 02 01	Madera (palets, cajas, encofrados, etc.)	0,96 m <sup>3</sup>	7,51 m <sup>3</sup>	40,00 m <sup>3</sup>	300,31 m <sup>3</sup>
17 02 03	Plástico	0,05 m <sup>3</sup>	0,02 m <sup>3</sup>	7,00 m <sup>3</sup>	0,17 m <sup>3</sup>
17 04 01	Cobre	24,58 m <sup>3</sup>	13,96 m <sup>3</sup>	7,00 m <sup>3</sup>	97,71 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>					<b>4.825,45 €</b>

El importe material para la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición de las obras de construcción línea de evacuación LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV "FV MESA ROLDÁN 3" asciende a un total de **cinco mil seiscientos once euros con cincuenta céntimos (4.825,45 €)**.

A continuación, se valorará los RCD generados por las obras que constituyen el proyecto fotovoltaico, desglosándolo por la parte generada de residuo en función del término municipal en el que este se genera.

*Tabla 7. Presupuesto por municipios*

Municipio	Longitud por municipio	% de afección por municipio	Presupuesto por municipio
Vejer de la Frontera	0,79 km	39,56%	1.909,18 €
Conil de la frontera	1,20 km	60,44%	2.916,27 €
<b>Total</b>	<b>1,99 km</b>	<b>100,00%</b>	<b>4.825,45 €</b>

## 4 ANEXO I: PLIEGO DE PRECIPCIONES TÉCNICAS

- Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos
  - Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un **Plan de Gestión de Residuos**. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
  - Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
  - Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
  - El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la **documentación acreditativa** de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
  - El poseedor de residuos dispondrá de **documentos de aceptación** por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
  - El gestor de residuos deberá emitir un **certificado acreditativo** de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
  - Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el **documento de entrega** al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
  - Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el **Documento de Control y Seguimiento**.
  - Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir **notificación** al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.
- Respecto a la segregación de los residuos. La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.
    - En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
    - En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
      - Hormigón: 80 t
      - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t

- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la **Documentación Acreditativa** de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.
- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.
- En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:
  - Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
  - El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
  - Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
  - Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
  - El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.
- Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:
  - Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una **Comunicación previa** al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
  - Los residuos peligrosos siempre se han de separar en origen.
  - Los residuos peligrosos se **almacenarán temporalmente** siguiendo las siguientes condiciones: (art. 15 del RD 833/1988 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 379/2001).
    - Definir una zona específica.
    - No superar los **6 meses** de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
      - ¿Dónde situarlo?:
        - En el exterior bajo cubierta
        - Dentro de la nave
        - En intemperie en envases herméticamente cerrados
    - Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
      - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
      - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
      - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
      - Alejado de la red de saneamiento
    - Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.
    - Los residuos peligrosos se **envasarán** con las siguientes condiciones:
      - 1 recipiente/cada tipo de residuo
      - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
      - Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
    - En las **etiquetas** identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuo de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el

Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98 /CE:

- Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
  - Fechas de envasado.
  - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos, se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
  - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) n°1272/2008.
  - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10x10 cm.
  - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
- Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.
  - **Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico** la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).
- Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):
    - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un **contrato de tratamiento**. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
      - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
      - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
      - Periodicidad estimada de los traslados.
      - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
      - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.
      - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del **documento de identificación** desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.
  - Número de documento de identificación.
  - Número de notificación previa.
  - Fecha de inicio del traslado.
  - Información relativa al operador del traslado.
  - Información relativa al origen del traslado.
  - Información relativa al destino del traslado.
  - Características del residuo que se traslada.
  - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
  - Otras informaciones.
- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:
  - Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
  - Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
  - El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
  - En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,
  - En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.
- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de **Notificación Previa** los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.
- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).
- Según el RD 833/1988 se deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - **art. 15.** *“No superar los 6 meses de **almacenamiento** (en supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento,*

*por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo)".*

**Tabla 8. Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos**

Fase	Documentación	Documentación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 7/2022 (art.35)
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	Ley 7/2022 (art.21)
	Documentos de Aceptación*	
	Documentos de Control y Seguimiento*	Ley 7/2022 (art.21)
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	Ley 7/2022 (art.31)
	Documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades (Andalucía)	Orden de 12 de julio de 2002

\*Se deben guardar durante cinco años.



Executing your **decarbonisation** vision

# **LÍNEA DE EVACUACIÓN 20kV “FV MESA ROLDÁN 3”**

SP.IN029.01.2.M.CT.301-1A

## **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

CONIL DE LA FRONTERA Y VEJER DE LA  
FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

*Tabla 1. Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	20/06/2022	Emisión Inicial (Trazado aéreo)	CMF	JML	CVJ
1A	17/09/2024	Modificado de trazado (trazado subterráneo)	CMF	CVJ	CVJ

*Sevilla, septiembre de 2024*

*el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)*

*Carlos Vázquez Jiménez*

*N.º de colegiado 1007 -COGITI Cáceres*

## CONTENIDO

<b>1 OBJETO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Dirección Facultativa .....	5
2.2 Empresa Instaladora o Contratista .....	6
<b>3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO .....</b>	<b>7</b>
3.1 Antes del inicio de las obras.....	7
3.2 Proyecto de la Instalación .....	7
3.3 Documentación Final .....	7
<b>4 CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>8</b>
4.1 Inspección.....	8
4.2 Consideraciones Previas .....	8
4.3 Orden de los Trabajos.....	9
4.4 Replanteo .....	9
<b>5 MARCHA DE LA OBRAS .....</b>	<b>10</b>
5.1 Condiciones de ejecución y montaje.....	10
<b>6 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>10</b>
<b>7 CONDICIONES TECNICAS DE EJECUCIÓN DE REDES AÉREAS DE M.T.....</b>	<b>11</b>
7.1 Conductores .....	11
7.2 Herrajes y accesorios .....	11
7.3 Aisladores poliméricos .....	11
7.4 Apoyos de celosía .....	11
7.5 Transporte de material.....	12
7.6 Acopio de material.....	12
7.7 Apertura de accesos .....	13
7.8 Armado de apoyos .....	14
7.9 Izado de apoyos.....	15
7.10 Cimentación de apoyos.....	17
7.11 Reposición del terreno .....	19
7.12 Sistema de Puesta a Tierra .....	19
7.13 Instalación de conductores .....	20
7.14 Colocación de los aisladores .....	25
7.15 Tendido de conductores .....	25

7.16	Tensado y regulado.....	28
7.17	Tolerancias en el tendido .....	30
7.18	Controles de calidad .....	31
<b>8</b>	<b>CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS DE MT</b>	<b>32</b>
8.1	Consideraciones Generales .....	32
8.2	Comprobaciones iniciales .....	33
8.3	Trazado .....	33
8.4	Canalizaciones.....	33
8.5	Transporte de bobinas.....	38
8.6	Tendido de conductores .....	39
8.7	Protección mecánica .....	40
8.8	Señalización.....	40
8.9	Identificación.....	41
8.10	Cierre de zanjas.....	41
8.11	Reposición de pavimentos.....	41
8.12	Puesta a tierra.....	41
8.13	Montajes diversos .....	42

## 1 OBJETO

Este pliego tiene por objeto establecer los criterios que han de cumplirse en la ejecución de la línea de evacuación.

Este Pliego de Condiciones Técnicas forma parte de la documentación de referencia y determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras. Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratistas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Este Pliego de Condiciones Técnicas se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en la construcción, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

## 2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

### 2.1 DIRECCIÓN FACULTATIVA

La Dirección Facultativa es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La Dirección Facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

## 2.2 EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por la Dirección Facultativa.

El contratista se obliga a mantener contacto con el Cliente o a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

Asimismo, el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

## 3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO

### 3.1 ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

### 3.2 PROYECTO DE LA INSTALACIÓN

El proyecto constará de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contemplará la documentación descriptiva que se recoge en correspondiente apartado del Proyecto considerada necesaria para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

### 3.3 DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de El Cliente, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- Certificado de Dirección de Obra: Es el documento emitido por el Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con la especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con la modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.

- Certificado de Instalación: Es el documento emitido por la empresa instaladora y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.
- Certificado de Garantía de la Instalación: el contratista entregará a El Cliente el correspondiente certificado de garantía, todos los certificados de garantía de los materiales suministrados emitidos por los correspondientes fabricantes, así como los certificados de todos los ensayos realizados.

## 4 CONSIDERACIONES GENERALES

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente por escrito, y cuente con la aprobación previa y expresa de El Cliente.

La construcción de Líneas de Alta Tensión requiere el conocimiento de toda la normativa vigente de aplicación, así como de las Normas y Especificaciones de El Cliente referidas a materiales, Proyectos Tipo, y otros documentos normativos de criterios de ejecución, tales como UNE, UNESA, etc.

### 4.1 INSPECCIÓN

En el proceso de ejecución de todas aquellas obras que pretendan ser cedidas a El Cliente, el promotor estará obligado a comunicar el inicio de los trabajos a fin de que El Cliente pueda realizar las labores de inspección precisas.

### 4.2 CONSIDERACIONES PREVIAS

Las instalaciones serán ejecutadas por instaladores eléctricos, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente cumpliéndose, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente.

La Dirección Facultativa y/o el Gestor de El Cliente rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora o Contratista a sustituirlas.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción

de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente, aunque no estén indicadas en este Pliego.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente, aún después de colocado, si no cumplierse con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el Contratista por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

### 4.3 ORDEN DE LOS TRABAJOS

La Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente fijará el orden que deben llevar los trabajos y el contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

### 4.4 REPLANTEO

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente con el contratista, quien será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado.

Antes de comenzar los trabajos se marcará en el terreno, por Instalador y en presencia de la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y la posición en la que se ubicarán las arquetas. Se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo al proyecto, siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones que se precisen.

## 5 MARCHA DE LA OBRAS

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

### 5.1 CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

En este apartado se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de la obra civil, la instalación de los conductores y cables de fibra óptica, de las instalaciones que se desarrollen en aplicación del proyecto. Todo ello deberá cumplir la normativa vigente para el desarrollo de los trabajos.

## 6 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

En las condiciones de ejecución de arquetas, cámaras de empalme, canalizaciones, obra civil del sistema de puesta a tierra y pistas de acceso a la obra, se ha tenido en cuenta toda la reglamentación vigente de aplicación, y en concreto:

- R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Modificaciones posteriores al Real Decreto 1955/2000 (R.D. 2351/2004).
- R.D. 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 al 09.
- Decreto 275/2001, de 4 de octubre, por el que se establecen determinadas condiciones técnicas específicas de diseño y mantenimiento a las que se deberán someter las instalaciones eléctricas de distribución.
- R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

## 7 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE REDES AÉREAS DE M.T.

### 7.1 CONDUCTORES

Los conductores serán suministrados adecuadamente protegidos contra daños o deterioros que puedan ocasionarse durante su manipulación.

Excepto en los casos que expresamente se indique lo contrario, las bobinas serán de madera según norma UNE 21045.

La longitud de la bobina será la indicada por El Cliente para cada obra, y en su defecto la longitud de bobina estándar para cada conductor. Se admite una tolerancia de -0% y +2% en la longitud de la bobina.

La masa bruta y neta, la tara, la longitud (o longitud y número de piezas, si se acuerda que se suministren en la misma bobina longitudes distintas de conductor), la designación, y cualquier otra identificación necesaria será marcada convenientemente en el interior del embalaje. Esta misma información, junto al número de pedido, el número de serie de fabricación y todas las marcas de expedición y cualquier otra información, aparecerá en la parte externa del embalaje.

### 7.2 HERRAJES Y ACCESORIOS

Los herrajes y accesorios serán del tipo indicado en el proyecto. Estarán todos galvanizados, y deberán cumplir las Normas UNE 21009, UNE 207009 y UNE-EN 61284.

Los herrajes y accesorios serán suministrados junto con las indicaciones necesarias para el correcto montaje.

### 7.3 AISLADORES POLIMÉRICOS

Los aisladores poliméricos cumplirán la norma UNE 62217.

### 7.4 APOYOS DE CELOSÍA

Los apoyos de celosía serán metálicos, constituidos por perfiles angulares de lados iguales galvanizados en caliente por inmersión, de acero S275JR (antiguo AE275B) y S355J0 (antiguo AE355C), según norma UNE 10025, preparados para organizar en celosía. Las uniones estructurales se realizarán mediante chapas y tornillos de calidad 5.6 según norma UNEEN 20.898-1.

Los elementos que integran los apoyos, montantes, diagonales, cubrejuntas, crucetas, cartelas, etc., se suministrarán en paquetes.

Los paquetes estarán formados por conjuntos de elementos de modo que se puedan intercambiar con apoyos del mismo tipo, como:

- Cabeza
- Tramos
- Anclajes

El empaquetado se realizará de forma que los elementos queden protegidos y su manejo resulte seguro.

Cada paquete irá acompañado de su correspondiente lista de materiales.

Por cada apoyo distinto, se suministrará el correspondiente plano de montaje.

La tornillería correspondiente a cada paquete anteriormente citado se embalará en caja de madera o bidón de plástico. Dentro de estos recipientes se dispondrán bolsas en las que se agruparán la tornillería por medida.

## 7.5 TRANSPORTE DE MATERIAL

Tanto para el transporte como para la carga y descarga, se utilizarán vehículos y grúas adecuadas (con su correspondiente marca CE y la ITV en regla), teniéndose especial cuidado en la distribución de la carga sobre el camión, así como en su colocación y afianzamiento, utilizando la madera necesaria a fin de evitar posibles pandeos, golpes, arañazos, etc. de los materiales.

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de materiales largos con la caja del vehículo, queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

## 7.6 ACOPIO DE MATERIAL

Todos los materiales se dejarán separados del contacto con el terreno, por medio de calzos de madera. En todos los casos, se colocaran en nº suficiente para evitar el pandeo del material durante su almacenaje.

El almacenamiento y protección ambiental de aquellos materiales equipos que pudieran verse afectados por las condiciones externas o climatológicas, se realizará en cada caso en las condiciones más favorables para su conservación.

Se revisará el material en el almacén con el objeto de detectar faltas de material, defectos en el material o deterioros del mismo para evitar retrasos posteriores y poder realizar su solicitud de suministro a tiempo. Se emitirá un documento de recepción de materiales, en el que figuren:

- Los materiales y unidades de proyecto a recepcionar en cada tipo de obra.
- Las condiciones de recepción de cada material o
- El resultado de la revisión, indicando "si" procede o "no" procede su aceptación.
- Observaciones donde se indiquen los motivos de la no aceptación.

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones termorretráctiles de modo que se garantice la total estanqueidad del extremo del cable.

## 7.7 APERTURA DE ACCESOS

La necesidad de apertura de accesos a los lugares de trabajo, acopio e instalación viene dada por los siguientes condicionantes:

Los parámetros que van a definir el diseño de los viales son los siguientes:

- Máximo aprovechamiento de los viales existentes.
- Mínima longitud de viales a construir.
- Mínima pendiente de trazado.
- Mínimo ancho de viales.
- Mínimo movimiento de tierras.

Cuando en el proyecto esté contemplada la creación o adecuación de accesos, éstos serán ejecutados por el contratista siguiendo el trazado definido en los planos. Cualquier propuesta de cambio debe ser informada y validada por El Cliente.

El Cliente podrá exigir la mejora, adecuación o conservación de pasos y caminos existentes, o la creación de nuevas vías de acceso (aun no estando contempladas en el proyecto de la instalación), diseñadas en las condiciones técnicas y de seguridad exigidas en este pliego.

Se adoptarán las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Todos los accesos utilizados deberán ser restaurados a su estado inicial, retirando a vertedero autorizado todos los materiales de nueva aportación y procediendo a siembra de especies vegetales si es necesario para una correcta restauración. En caso de que para la ejecución del acceso sea preciso realizar explanación, toda la tierra extraída se reservará en un lugar adecuado de acopio, a efectos de reponerla una vez que el acceso no sea necesario para la construcción.

## 7.8 ARMADO DE APOYOS

Todos los elementos del apoyo irán colocados de acuerdo con los planos de montaje suministrados por el fabricante.

Se utilizará la tornillería indicada en los planos de montaje y la rosca de los tornillos sobresaldrá de la tuerca entre 4 y 9 mm.

Para el apriete de los tornillos se utilizarán herramientas adecuadas y en buen estado, quedando prohibido el empleo de punteros y escariadores para agrandar taladros. Se prohíbe expresamente la colocación de tornillos a golpe de martillo, pudiéndose utilizar el puntero solo para hacer coincidir los taladros de las piezas.

Las cabezas de los tornillos deberán quedar perfectamente asentadas sobre los perfiles que unan.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesitan su sustitución o modificación, el Contratista lo notificará al Director de Obra.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra.

Se comprobará que los montantes quedan perfectamente alineados con respecto a los anclajes y entre sí.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta mediante llaves dinamométricas.

Se consideran los pares de apriete siguientes:

- Tornillo m-12 3 dan  $\pm 10\%$
- Tornillo m-16 7 dan  $\pm 10\%$
- Tornillo m-20 14 dan  $\pm 10\%$
- Tornillo m-22 18 dan  $\pm 10\%$

Los tornillos deberán sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse según se indica:

- Tornillo m-12 1 punto de graneteado.
- Tornillo m-16 2 puntos de graneteado.
- Tornillo m-20 y superior 3 puntos de graneteado.

Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior del apoyo y sus peldaños en las zancas 4 y 8.

El armado, bien por tramos o por apoyo completo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal de manera que el tramo o apoyo completo quede perfectamente nivelado sobre calces de madera a fin de evitar cualquier tipo de deformación.

Los calces serán de madera perfectamente aserrada, con unas dimensiones mínimas de 50 cm de longitud y 25 cm de ancho. Dichos calces se colocarán a una longitud máxima entre sí de 5 m.

Cuando el izado del tramo o apoyo, por su volumen o dimensiones, precise de arriostamiento, éste se realizará por medio de puntales de madera o metálicos, previamente diseñados y preparados al efecto, a fin de evitar posibles deformaciones.

## 7.9 IZADO DE APOYOS

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Los estrobos o eslingas a utilizar serán los adecuados para el peso a levantar, llevando impresa la carga máxima soportada, y estarán protegidas para no producir daños en los apoyos.

El izado de los apoyos metálicos se realizará habitualmente por medio de cabrestante/pluma o grúa; cuando se utilice cualquier otro procedimiento diferente a los indicados deberá ser autorizado previamente por el Director de Obra.

No podrá iniciarse el izado de los apoyos durante los 5 días siguientes a su hormigonado.

Sea cual sea el procedimiento de izado, no se podrán causar daños a las cimentaciones y no se someterá a las estructuras a esfuerzos para las que no estén diseñadas.

No se permitirá el graneteado de los tornillos hasta que el apoyo este totalmente izado (salvo las puntas de cruceta). Una vez se encuentren correctamente apretados:

- Tornillo M-16 e inferior..... 2 puntos de graneteado
- Tornillo M-20 y superior..... 3 puntos de graneteado

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

El método de izado de apoyos podrá ser:

### 7.9.1 Izado con pluma y cabrestante

El izado mediante pluma y cabrestante, se realizará conforme a los siguientes

Requisitos:

- Comprobación del estado de los diferentes tramos de la pluma cada vez que ésta se utilice.
- El cable de bajada al cabrestante se deslizará verticalmente pegado a la pluma, colocándose una polea de reenvío en la base de la pluma o del apoyo.

- El cabrestante deberá estar correctamente anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramo del apoyo que se esté izando.
- Una vez izada la pluma, se dispondrán los vientos adecuados a los esfuerzos a que vaya a ser sometida y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido diseñada.

Los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje debidamente diseñados y colocados, intercalando "Pull-Lifts" o "Tracteles" para su regulación. No se fijarán los vientos directamente a los montantes del apoyo. En aquellos casos en que la pluma se suspenda del apoyo, la fijación o amarre de los estrobos se realizará en aquellos puntos de los montantes que dispongan de recuadro o arriostramiento interior y se encuentren previamente montados. El peso máximo a suspender no sobrepasará los límites indicados por el fabricante. El ángulo máximo entre el eje de la pluma y los estrobos de suspensión de la misma no superará los 45°.

## 7.9.2 Izado con grúa

El izado con grúa se realizará conforme a los siguientes requisitos:

- Solamente podrá utilizarse grúa cuando las condiciones del terreno lo permitan.
- Los apoyos se estorbarán de los puntos expresamente señalados y con cartelas suplementarias fabricadas al efecto.
- La estructura se arriostará correctamente en sus zancas y puntos propensos a deformaciones.
- Se utilizará una grúa auxiliar para suspender el apoyo por su base, de manera que las zancas no puedan hacer en ningún momento palanca sobre el terreno.
- Las grúas se asentarán sobre terreno firme y colocando los elementos auxiliares necesarios para lograr la correcta distribución de la presión sobre el terreno.
- Las grúas deberán ser autopropulsadas, de pluma telescópica y con capacidad y altura suficiente para seguir con corrección las maniobras.
- Deberán llevar en lugar visible, la placa de características y marcado CE.
- No se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados. En situaciones excepcionales, en las que sean imprescindible su uso, el Contratista adjudicatario tomará las precauciones necesarias para reducir los riesgos al mínimo, recogiendo las medidas a adoptar en el Plan de Seguridad de la obra, el cual deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad.

Las grúas deberán ineludiblemente disponer de dispositivos de seguridad que incluyan como mínimo el limitador de carga, el cual se prohíbe expresamente anular.

### 7.9.3 Izado por otros procedimientos

Podrá realizarse el izado de apoyos por cualquier otro procedimiento diferente a los anteriormente descritos con la autorización del Director de Obra.

## 7.10 CIMENTACIÓN DE APOYOS

### 7.10.1 Excavación

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las indicadas en el Proyecto y nunca serán inferiores a las especificadas por el fabricante. Las paredes de los hoyos serán siempre verticales.

Se tomarán las disposiciones convenientes para dejar durante el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Se protegerán y señalizarán debidamente con malla naranja de delimitación a 2 m del borde del hoyo mientras estén abiertas, cubriéndose si fuese necesario.

El fondo de la excavación se limpiará de restos de tierra y se compactará de forma previa a la ejecución de la solera.

Las excavaciones se realizarán con los útiles y maquinaria apropiada según el tipo de terreno. Normalmente se utiliza una pala mecánica con cuchara retroexcavadora provista de martillo rompedor o similar.

En terrenos rocosos, además del martillo compresor, puede ser necesario el uso de explosivos. Se deberá obtener los permisos para su utilización y deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten materiales al exterior que puedan provocar accidentes o desperfectos.

En terrenos con agua deberá procederse a su desecado sin afectar a terceros, procurando hormigonar después y lo más rápidamente posible para evitar el desprendimiento en las paredes del hoyo, lo que aumentaría las dimensiones del mismo y el hormigón necesario.

En el caso anterior, en la hipótesis de encontrar terrenos blandos será necesario entibar y/o encofrar la excavación. Para ello se aumentará el ancho de la excavación en el espesor de las entibaciones.

Se tendrá en cuenta en todo momento el condicionante que sobre las dimensiones tiene el tipo de terreno y la sustentabilidad del mismo, pudiendo condicionar esto, además de las dimensiones de la cimentación, la realización de escolleras, muros de contención y el uso de elementos auxiliares para asegurarlas.

En caso de considerarse la instalación de pernos, por dificultades que pudiesen surgir en la ejecución de las excavaciones y para asegurar las cimentaciones, el número y dimensiones de los mismos serán definidos en el Proyecto Simplificado.

Los agujeros se perforarán con la maquinaria adecuada, por percusión o por rotación, ajustándose a la profundidad y diámetro indicados.

### 7.10.2 Hormigonado

Por norma general se usará hormigón de fabricación en planta, la dosificación mínima será de 200 Kg/m<sup>3</sup> y resistencia mecánica mínima de 200 Kg/m<sup>2</sup>.

El tiempo de llegada del hormigón a obra no ha superado las 2 horas desde su salida de planta.

En casos excepcionales se usará hormigón fabricado "in situ", siendo la dosificación mínima de cemento de 350 Kg/m<sup>3</sup>, con la siguiente composición:

- 200 Kg. cemento P-350
- 1.350 Kg. grava tamaño  $\leq 40$  mm
- 675 Kg. arena seca
- 180 l de agua limpia.

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

El amasado del hormigón se hará preferiblemente en hormigonera o en su defecto sobre chapas metálicas o superficies impermeables cuando se efectúe a mano, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

#### Arena

La arena puede proceder de ríos, canteras, etc. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespatos.

#### Piedra

La piedra podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán estar entre 1 y 5 cm. Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

#### Cementos

El cemento será de tipo Portland P-350°. En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

#### Agua

Se empleará agua de río o manantial sancionada como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas. Deben rechazarse las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, aceites o grasas.

#### Productos químicos

La adición de productos químicos en mortero y hormigones, con cualquier finalidad, aunque fuera por necesidad, no podrá hacerse sin autorización expresa de El Cliente que podrá exigir la presentación de ensayo o certificación de características a cargo de algún Laboratorio Oficial

Será necesaria, de forma previa al hormigonado, la comprobación de las inclinaciones y nivelación de los anclajes del apoyo.

En el vertido se apisonará y vibrará el hormigón con la maquinaria adecuada con el objeto de eliminar las coqueas que pudieran formarse.

No se dejarán las cimentaciones cortadas, ejecutándolas con hormigonado continuo hasta su terminación. Si por fuerza mayor hubiera de suspenderse la cimentación antes de su finalización, se introducirán un mínimo de 6 barras de acero corrugado con una separación de 50cm entre ellas y a 1m de profundidad, protegiéndose con setas para evitar su deterioro.

Antes de proceder de nuevo al hormigonado se levantará la concha de lechada, con cuidado para no mover la piedra, siendo aconsejable el empleo suave del pico y luego el cepillo de alambre con agua; más tarde se procederá a mojarlo con una lechada de cemento e inmediatamente se procederá de nuevo al hormigonado.

En tiempo de heladas, se cubrirá durante toda la noche los cimientos que estén fraguando por medio de sacos de yute o papel.

Las peanas se realizarán con el mismo hormigón utilizado en las cimentaciones y sobrepasarán el nivel del terreno en 10 cm. como mínimo en terrenos normales y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior del macizo estará terminada en punta de diamante para conformar el vierteaguas, basándose en mortero rico en cemento, con una pendiente mínima de un 10%.

Se tendrá la precaución de dejar embutidos por lo menos 2 tubos de 30 mm. De diámetro por anclaje para poder colocar los cables de tierra del apoyo. Estos conductos deberán salir, perpendiculares a la cara de la cimentación, a una profundidad mayor de 30 cm por la parte inferior del macizo y junto a la arista del montante elegido para realizar la conexión de tierra en la parte superior de la cimentación.

## 7.11 REPOSICIÓN DEL TERRENO

Las tierras sobrantes de la excavación, así como los restos de material sobrante deberán ser retiradas a vertedero autorizado.

## 7.12 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Todos los apoyos deben quedar puestos a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el Proyecto y Reglamento sobre Condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Los sistemas de puesta a tierra utilizados son:

- Sistema mixto de picas y anillos, los cuatro montantes quedarán unidos mediante cable de cobre de 95 mm<sup>2</sup> de sección a un anillo perimetral del mismo tipo de cable, situado a una distancia de 1 metro de los montantes y enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, el cual

se unirá solidariamente a cuatro picas de cobre de 18 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno en puntos del anillo diametralmente opuestos.

- Mediante una pica de cobre de 18 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno en apoyos monobloque y dos picas situadas en montantes opuestos en apoyos tetrabloque.

Los elementos de unión de los electrodos con el anillo o con los cables de PAT del apoyo deberán presentar la resistencia mecánica y contra los agentes externos (corrosión) suficiente para garantizar la conexión y durabilidad. Las soldaduras, si son precisas, serán aluminotérmica o similares.

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de la red de tierras con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, tendrán las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los electrodos.

Una vez instalado el sistema de tierras se repondrá el terreno a su estado original.

## 7.13 INSTALACIÓN DE CONDUCTORES

### 7.13.1 Tendido de conductores

En este apartado se establecen una serie de instrucciones generales útiles para el correcto manejo y tendido de los cables desnudos.

Así mismo también se indican unas exigencias sobre el tratamiento que estos cables deben recibir desde que salen de la fábrica hasta que son instalados y puestos en servicio.

Se deberá proceder, durante las diversas operaciones, en términos máximos de orden y limpieza con el fin de evitar accidentes y dar una máxima eficiencia a los trabajos. Al final de la jornada se retirarán todos los materiales, maquinaria y útiles que sean posibles, por tanto, no deberán existir en el aérea de trabajo estos elementos, si no van a ser usados durante la jornada de trabajo.

El comienzo de los trabajos de tendido de los conductores y cables de tierra, será como mínimo de veintiocho (28) días después de la terminación del hormigonado de los apoyos.

Los caminos de acceso a los apoyos, serán preferentemente los utilizados durante la obra civil.

### 7.13.2 Manejo de bobinas

Como norma general:

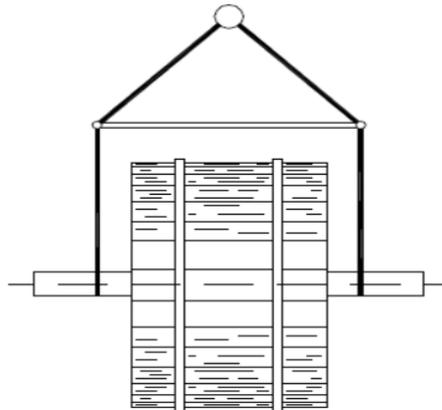
Las bobinas nunca se dejen caer al suelo

Si esto ocurre, se revisará los posibles daños al cable y se tomará datos de la incidencia ocurrida.

Una lesión al cable no detectado antes de su instalación, puede reducir la vida útil del cable.

## 7.13.2.1 Izado mediante grúa

Para el proceso de suspender la bobina, debe introducirse un eje o barra adecuados, que pase por el orificio central de los platos. Las cadenas o estrobos de izado no deberán presionar contra los platos laterales de la bobina al quedar ésta suspendida, por lo que el útil que se utilice deberá poseer un separador de mayores dimensiones que el ancho de la bobina.



## 7.13.2.2 Izado y transporte mediante carretilla elevadora

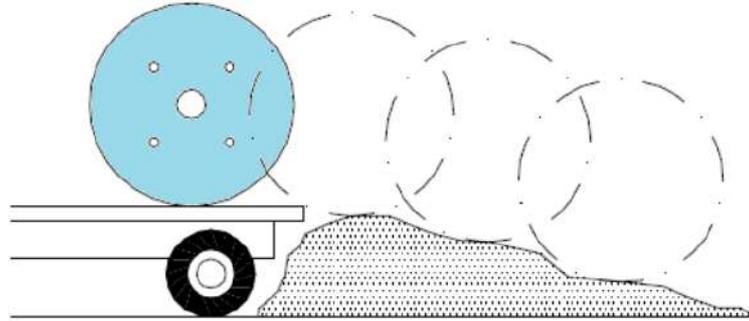
La bobina ha de quedar soportada por la parte inferior de los platos, de forma que la horquilla se apoye en los dos platos a la vez. El traslado de la carretilla será paralelo al eje de la bobina.



Carga y descarga del camión o plataforma de transporte. La carga y descarga de la bobina al camión o plataforma, debe hacerse mediante grúa o carretilla elevadora.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina, ya que podrían romper las duelas y apoyarse sobre la capa exterior del cable enrollado.

También es totalmente inadmisibles dejar caer la bobina al suelo desde el camión o plataforma de transporte, incluso aunque la bobina sea pequeña y se utilice un amortiguador como arena



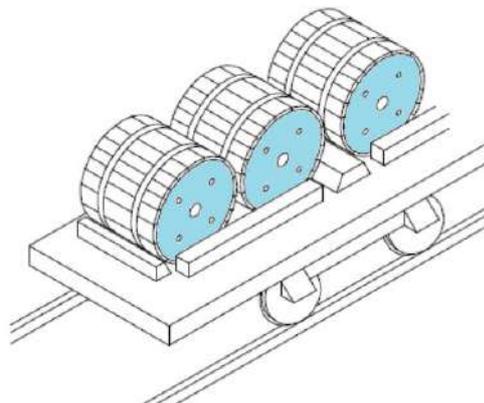
La descarga de la bobina sobre el terreno para el tendido del cable debe hacerse sobre suelo liso y de forma que la distancia a recorrer hasta la ubicación definitiva de la bobina para el tendido sea lo más corta posible.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

### 7.13.2.3 Transporte mediante camión o plataforma de transporte

Las bobinas de cable se transportarán 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.

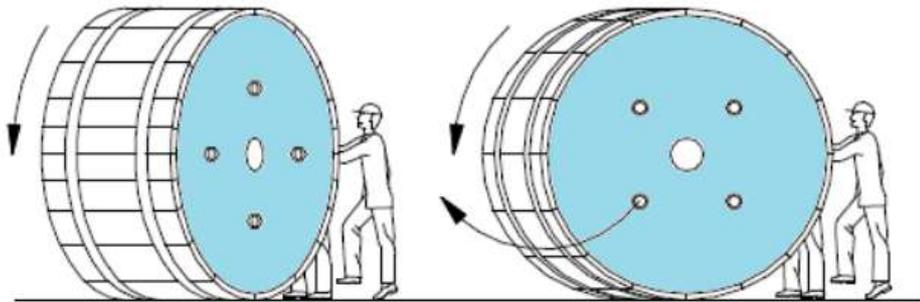


### 7.13.2.4 Rodadura sobre el suelo

Hay que evitarla en lo posible, y sólo es aceptable para recorridos cortos. Para desplazar la bobina por el suelo haciéndola rodar, los suelos deben ser lisos y el sentido de rotación debe ser el mismo en que se enrolló el cable en la bobina al fabricarse. Normalmente, en los platos de la bobina se señala con una flecha el sentido en que debe desenrollarse el cable; sentido contrario al de rodadura de la bobina por el suelo.

De no haber indicación hay que hacerla rodar en sentido contrario al que sigue el cable para desenrollarse; de esta forma se evita que el cable se afloje.

Si es necesario revirar la bobina en algún momento, se empleará un borneador que, apoyado en uno de los tornillos de fijación de los platos laterales, al tropezar con el suelo cuando gira la bobina, la impulsa hacia el lado contrario.

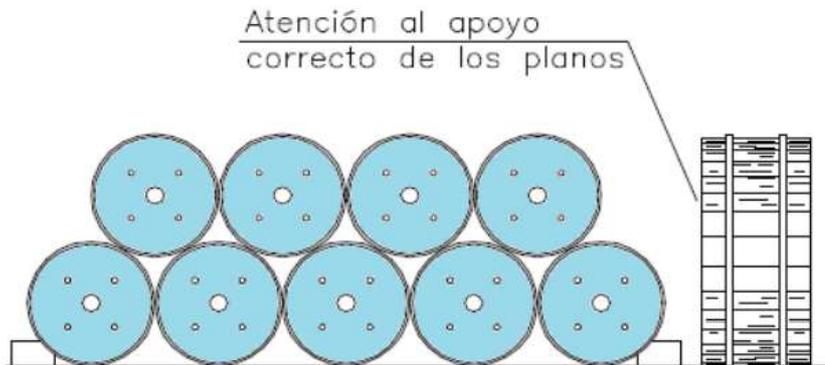


### 7.13.2.5 Apilado de bobinas

Hay que evitarlo en lo posible, especialmente sobre suelo blando.

Las bobinas con cable de poco peso y de las mismas dimensiones pueden almacenarse en línea con la parte convexa de los platos en contacto y con una segunda línea sobre la primera. En este caso los platos de las bobinas de la fila superior deben descansar justamente sobre los platos de las bobinas de la fila inferior, pues de lo contrario podrían romperse las duelas dañando la capa exterior del cable. No deben apoyarse los platos contra el cable ya que en este caso podríamos ocasionar deformidades o daños en el cable de imprevisibles consecuencias, si no son detectadas antes de su instalación

Asimismo, deben calzarse adecuadamente las bobinas extremas de la fila inferior para que no se separen, debido al peso de las bobinas de la fila superior.



### 7.13.2.6 Almacenamiento a la intemperie

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues la madera puede deteriorarse considerablemente (especialmente los platos), lo que podría causar importantes problemas durante el transporte, elevación y giro de la bobina durante el tendido.

Como se ha comentado en el apartado anterior, el almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí.

Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

### 7.13.2.7 Ubicación de la bobina

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Si existen curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud posible del cable.

Una vez ubicada la bobina, se procederá a colocarla en el elemento de elevación adecuado, gatos o alza bobinas y que deberán disponer de una base de apoyo suficientemente dimensionada para garantizar la estabilidad de la bobina durante el tendido, para que gire sin problemas y teniendo en cuenta las flechas de giro marcadas en los platos, si esta marca no existe, el cable deberá salir por la parte superior de la bobina hacia el punto de instalación.

## 7.14 COLOCACIÓN DE LOS AISLADORES

La manipulación de los aisladores se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación.

Los aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montados en los apoyos. Su elevación o montaje se hará de tal manera que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no se sometan a esfuerzos de flexión, que podrían provocar el doblado y rotura.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aislador se colocarán de forma que facilite la inspección desde el apoyo (tuercas y pasadores mirando hacia el apoyo).

En cualquier caso, el montaje se realizará conforme a los planos suministrados.

Se deberá tener especial cuidado en dar los pares de apriete indicados en los planos.

## 7.15 TENDIDO DE CONDUCTORES

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables.

Tanto el cabrestante como el freno deberán ser anclados sólidamente para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento. Ambas máquinas deberán disponer de puesta a tierra en prevención de posibles descargas eléctricas sobre los conductores que se están tendiendo.

Se colocará la maquinaria de tiro y freno sobre una malla equipotencial colocada a tierra en sus cuatro extremos y unida a su vez a la propia maquinaria mediante latiguillo de cobre. Se dispondrá un perímetro señalizado de al menos 1,5 m en torno a dicha malla con sendas alfombras aislantes en las zonas de acceso a su interior de 2 m de longitud mínima.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre las poleas.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño del conductor, 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, tensado o regulado.

Se elegirán las tiradas de cable de forma que en ningún caso queden empalmes en vanos.

El cable se sacará de las bobinas mediante el giro de las mismas.

El despliegue de los cables se realizará con máquina de frenado para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, árboles u otros obstáculos.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar los posibles deterioros.

Las bobinas, como se ha comentado, se situarán alineadas con la máquina de freno, traza de la línea y cabrestante. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 21° (dos veces y media la altura de la torre en terreno llano).

La máquina de freno no deberá anclarse en ningún apoyo ni cimentación y deberá estar alineada con la fase que se tienda.

La tracción de tendido de los conductores será como mínimo la necesaria para que, venciendo la resistencia en la máquina de frenado, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales a una altura suficiente, debiendo mantenerse constante durante el tendido de todos los cables. El valor máximo de esta tracción será el 70% de la necesaria para colocar los cables en flecha o el marcado como límite.

Se podrá tender como máximo tres bobinas por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de tiro. La unión del cable entre bobinas se realizará por medio de camisas de punta y manguito giratorio.

Si se producen roturas de venas en los cables de aluminio, sobre cinco hilos o menos del conductor, se montarán varillas de reparación. Cuando la rotura de hilos sea mayor de cinco y menor del 25% del nº total de hilos de aluminio, la reparación podrá hacerse mediante un manguito de reparación comprimiéndolo sobre el trozo averiado o seccionando el cable para hacer un empalme completo; todo ello, previa autorización de El Cliente.

## 7.15.1 Equipo de tendido

El equipo para el proceso de tendido de los cables desnudos estará compuesto por máquina de frenado, poleas, cables piloto, cabrestante, equipos de compresión, mordazas, ranas, tiraderas, aparejos, poleas reenvío, etc.

### 7.15.1.1 Poleas

La superficie de la garganta de las poleas será lisa, exenta de porosidades, rugosidades y canaladuras.

Las gargantas de las poleas deberán estar íntegramente recubiertas de una capa de neopreno, para evitar el daño que el piloto de acero pudiera ocasionar en la superficie de la garganta, que arañaría posteriormente al cable de aluminio.

El diámetro interior de la polea será como mínimo 20 veces mayor que el del conductor.

Para cables de Fibra Óptica se aplicarán las especificaciones del fabricante del mismo.

La profundidad de la garganta será como mínimo un 25% superior al diámetro del cable.

Las paredes de la garganta tendrán una pendiente, como mínimo, de 15° sobre la vertical, debiendo tener los bordes biselados.

El radio de la base de la garganta será, como mínimo, un 10% superior al radio del cable.

En general, en cuanto a dimensiones y reglas constructivas de las poleas, deberán cumplir con la Norma UNE 21.100.

Cada polea estará montada sobre rodamientos blindados y auto lubricados. Si no es así, llevarán dispositivos adecuados para engrase.

Las armaduras estarán dispuestas de forma que no puedan existir rozamientos entre éstas y las poleas y dispondrán de protecciones que eviten daños en el cable por descarrilamiento.

Cuando se utilicen cuadernales (conjunto de poleas sobre el mismo bastidor), se dispondrá de separadores entre poleas, de forma que la distancia entre centros de gargantas no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable. Se deberá comprobar que el cierre del cuadernal está dotado de un sistema que impida su apertura accidental.

## 7.15.2 Pull-lift

Los pull-lift empleados para regular y hacer amarres en altura tendrán una capacidad de mínima de trabajo de 6.000 kg.

## 7.15.3 Cables piloto

Deberán ser flexibles y anti giratorios, montando además, sobre ellos bulones de rotación para compensar los efectos de torsión.

## 7.15.4 Cables de atirantado y arriostrado

Deberán de ser de acero galvanizado de 6x37+1 con una resistencia específica de alambre de al menos 180 kg/mm<sup>2</sup>. Se emplearán como mínimo los siguientes diámetros:

- Atirantado de apoyos a muertos, cable de 20 mm de diámetro y carga de rotura 190 kN.
- Atirantado de conductores a muertos, cable de 18 mm de diámetro y carga de rotura de 155 kN.
- Atirantado de conductores a crucetas, cable de 18mm de diámetro forrados y carga de rotura de 155 kN.

### 7.15.5 Equipos de compresión

Los equipos de compresión necesarios y sus matrices correspondientes deberán cumplir los requerimientos del fabricante de los accesorios de compresión.

Deberán cumplir con lo estipulado en el R.D. 1215/97 o la legislación correspondiente en vigor.

## 7.16 TENSADO Y REGULADO

### 7.16.1 Tensado

Es la operación que consiste en poner en su flecha aproximada los cables de la serie. Antes de proceder al tensado de los conductores, las torres de amarre y sus crucetas deberán ser venteadas de forma adecuada.

El tensado se realizará con la maquinaria adecuada (Cabestrante y Máquina de freno descritos en el punto 3), que deberá ser colocada, siempre que sea posible, de manera que se limite el ángulo máximo de tiro del cable con la horizontal a 21° (dos veces y media la altura de la torre en terreno llano).

Previamente a poner en flecha los conductores, éstos se amarrarán en uno de sus extremos, por medio de las cadenas correspondientes.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un mínimo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el acoplamiento de los mismos.

En las torres, cuando proceda se ventearán las crucetas al cuerpo de la torre.

### 7.16.2 Regulado

Una vez transcurridas las 48 horas, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las tablas de tendido.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos se le denominará "Serie".

En la documentación constructiva de la obra se fijará para cada serie, los vanos de regulación y comprobación que estime oportunos, así como las flechas que han de medirse en los mismos.

Dependiendo de la longitud de la serie, el perfil del terreno, y la uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

- 1 vano de regulación.
- 1 vano de regulación y 1 vano de comprobación.
- 1 vano de regulación y 2 vanos de comprobación.
- 2 vanos de regulación y 3 vanos de comprobación.

No debiendo quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar.

### 7.16.3 Engrapado y colocación de herrajes complementarios

En la operación de engrapado se utilizarán herramientas no cortantes para evitar daños en los cables de aluminio.

#### 7.16.3.1 Grapas de suspensión

En las líneas de cable único por fase, se marcará el cable en el punto de tangencia con la polea en todas las cadenas de suspensión de la serie. La marca se hará de forma que no se borre ni dañe el conductor.

El marcado de cada fase, se realizará simultáneamente, evitando cualquier diferencia de temperatura y se desarrollará de forma inmediata al regulado.

En las líneas con conductores en haces múltiples, primeramente se igualarán los cables del haz entre sí, tomando como referencia en cada vano el cable más tensado y una vez igualados se marcarán lo mismo que en el caso de cable único por fase.

La suspensión de los conductores se hará por medio de útiles adecuados para evitar daños al conductor.

El apriete de los tornillos en grapas de estribos (GS) se realizará de forma adecuada y alternativa para conseguir una presión uniforme, evitando que la grapa pueda romperse por esfuerzos de flexión. En el caso de grapas de suspensión armadas (GAS), se pondrá especial cuidado en el montaje de las gomas y las varillas, de forma que el conjunto quede perfectamente centrado y ninguna varilla remontada.

Si hubiera alguna dificultad para encajar algún elemento de los herrajes, éste no podrá ser forzado ni golpeado y se cambiará por otro, devolviendo el defectuoso al almacén.

Simultáneamente a la operación de engrapado, se instalarán las varillas de protección preformadas si fuera preciso, en el caso de grapas de estribos.

En el caso de que fuera necesario desplazar la grapa de estribos sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes. Primeramente se suspenderá el conductor y después se aflojará la grapa, corriéndola a mano hasta donde sea necesario.

En el caso de grapas de suspensión armadas, se procederá al desmontaje de la misma, poniendo especial cuidado en no dañar las varillas para su reutilización.

### 7.16.3.2 Grapas de amarre

Una vez engrapadas las cadenas de suspensión de la serie, se procederá a efectuar el de las cadenas de amarre, tras lo cual se comprobarán nuevamente las flechas de los vanos de regulación y comprobación.

Las cadenas de amarre para fases múltiples dispondrán de alargaderas regulables, que permitirán corregir en Protocolo los defectos de regulado de los conductores.

La compresión de las grapas se ajustará a las instrucciones facilitadas por el fabricante.

La "derivación" de unión de la grapa de amarre con el puente donde se establece el contacto eléctrico, se entregará cubierta con una goma especial, que no se deberá quitar hasta el momento del montaje de los puentes.

## 7.17 TOLERANCIAS EN EL TENDIDO

### 7.17.1 Montaje de puentes

El montaje de puentes en apoyos de amarre se realizará de forma que la distancia medida en vertical desde la punta de cruceta hasta el conductor del puente sea de 1,6 metros. Se aceptará una tolerancia en el montaje de +/- 5cm.

### 7.17.2 Tolerancias en flechas

La medición de las flechas se realizará con aparatos topográficos de precisión debidamente calibrados y de acuerdo a la norma UNE 21.101 "Método para la medición en el campo de las flechas de los conductores o cables de tierra".

Se acepta durante el montaje, la utilización del "método de tablillas", reservándose el derecho de pedir las comprobaciones que se estimen convenientes, por otro método aceptado por la buena práctica.

Los errores admitidos en las flechas de los conductores y cables de tierra serán:

Para cada cable independiente:

- En los vanos de regulación y comprobación,  $\pm 2\%$  de la flecha teórica con un máximo de  $\pm 50$  cm.
- En el resto de los vanos, las tolerancias anteriores afectadas por el coeficiente 1,20.

Para el conjunto de los cables:

Tanto en el plano vertical como en el horizontal, respecto a los de su plano  $\pm 2\%$  de la flecha teórica, con un máximo de  $\pm 50$  cm.

Haces de conductores (dúplex):

La diferencia de flechas entre los sub-conductores situados en el mismo plano horizontal no será superior al diámetro del cable.

## 7.18 CONTROLES DE CALIDAD

### 7.18.1 Hormigón

Se realizarán probetas de hormigón cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. De altura, con objeto de someterlas a ensayos de compresión cuando sea requerido por el Director de Obra.

Éstas serán ensayadas en laboratorio autorizado.

Una vez estudiados los resultados y si no superan los criterios de aceptación del presente pliego o del Director de Obra, el Contratista tomará a su cargo la demolición y ejecución de nuevo de las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

### 7.18.2 Anclajes

Será necesaria la comprobación de las inclinaciones y nivelación de los anclajes del apoyo antes del izado.

### 7.18.3 Apoyos

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior al 0,2% de la altura del apoyo. Esta comprobación se realizará mediante métodos topográficos.

Se comprobarán la linealidad de las barras, fundamentalmente los montantes, no permitiéndose una flecha superior al 2% de su longitud.

No se permitirá hacer o agrandar taladros, quitar rebabas, enderezar barras o cortar a ingletes.

### 7.18.4 Puesta a tierra

Antes de la puesta en funcionamiento de la instalación se comprobará que el valor de la resistencia en todos los apoyos se ajusta a lo especificado en el R.D. 223/2008 y a los criterios de El Cliente, y si no fuera así, se procederá a la mejora de la puesta a tierra con otras disposiciones (anillos perimetrales y/o antenas y picas, o perforaciones profundas), cuyo fin es rebajar el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y disminuir la resistencia de difusión a tierra del apoyo hasta alcanzar los valores preestablecidos.

### 7.18.5 Medidas de resistencia de puesta a tierra

La medida de resistencia de puesta a tierra (P.A.T.) consiste en obtener, mediante el instrumento adecuado, los valores resistivos de todo el conjunto de picas, anillos y picas en antena que componen la PAT de cada apoyo de una línea.

Según se determina en el mismo, la medida de la P.A.T. de los apoyos de las líneas que dispongan de conductor de tierra (cable de guarda) o F.O. se realizará mediante telurómetro de baja frecuencia si se desconecta la PAT del apoyo, uniendo las diferentes conexiones del anillo de tierra entre sí. Se admite la medida de la PAT sin desconectar si se realiza mediante un telurómetro de alta frecuencia.

Para apoyos sin cable de tierra o F.O., no es necesario desconectar la PAT para realizar la medida con un telurómetro de baja frecuencia.

### 7.18.6 Medida de tensiones de paso y contacto

Para la medición de la tensión de contacto aplicada deberá usarse un método por inyección de corriente.

Se emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular el defecto, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes vagabundas o parásitas circulantes por el terreno. En cualquier caso la corriente inyectada no será inferior a 50A.

Las mediciones se realizarán según se indica en el R.D. 223/2008.

## 8 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS DE MT

### 8.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Las instalaciones de Líneas Eléctricas Subterráneas de Alta Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según R.D. 223/2008 y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente.

El Ingeniero-Director rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra.

Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

## 8.2 COMPROBACIONES INICIALES

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación de las Líneas Eléctricas Subterráneas de Alta Tensión, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

Antes de comenzar los trabajos se marcará, por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, en el pavimento de las zonas por donde discurrirá el trazado de las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los posibles pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

## 8.3 TRAZADO

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberá tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que pueden soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto deberá contactarse con las empresas de servicio público y con las posibles propietarias de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocidas, antes de proceder a la apertura de las zanjas, la empresa instaladora abrirá calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de quipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

## 8.4 CANALIZACIONES

### 8.4.1 Apertura y cierre de zanjas en aceras y bajo calzada

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad de la zanja establecida en la memoria descriptiva o planos del proyecto, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

El fondo de las zanjas estará lo más limpio posible de piedras que puedan dañar al conductor, para lo cual se extenderá una capa de 10 cm de arena o tierra fina, que sirve para nivelación y asiento de los cables, nuevamente otra capa de 15 cm de arena, sobre la que se pone la protección mecánica del cable y la señalización. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena cuyos granos tengan dimensiones de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Ingeniero-Director, será necesario su cribado

Se procurará dejar un paso de 50cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 100cm y anchura de 60cm para canalizaciones de Alta Tensión bajo acera.
- Profundidad de 120cm y anchura de 60cm para canalizaciones de Alta Tensión bajo calzada.

Si fuese necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial del Área de Obras Públicas del Cabildo Insular competente. Para ello se dirigirá escrito al Sr. Presidente del Cabildo Insular competente, adjuntándose al mismo un anexo de señalización del cruce de carretera, en el que se incluirá una memoria descriptiva de los trabajos a realizar, así como planos de señalización y del trazado de la línea, según las especificaciones establecidas por dicho organismo.

Para el caso particular de que el tramo de carretera considerado se encuentre en casco urbano, se deberá pedir el permiso pertinente al Ayuntamiento del mismo.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 20 cm.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Sobre los conductores se colocará una protección mecánica constituida por bloques de hormigón vibrado de 50x25x6cm colocados en el sentido del cable. Encima de esta protección se tenderá otra capa con tierra procedente de la excavación, de 20cm de espesor apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta última capa, se extenderá una banda de polietileno de color amarillo-naranja, por la que se advierta la presencia de cables eléctricos, tal y como se establece en la Norma NUECSA 057-150-1 A. A continuación y hasta un nivel de 15cm bajo la rasante de la acera, se rellenará el resto de la zanja mediante tierra procedente de la excavación, compactando la misma con medios mecánicos, llevándose a cabo el regado de dichas capas de tierra siempre y cuando fuese necesario para adquirir la correcta consistencia del terreno.

Por último, se extenderá una capa de hormigón en masa de 20 N/mm<sup>2</sup> y 10cm de espesor, sobre la que se colocará el pavimento o se repondrá el anteriormente colocado.

Los conductores deberán estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6m en acera o tierra y 0,8m en calzada, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

#### 8.4.2 Apertura y cierre de zanjas cruce de calle y carreteras

Se procurará realizarlas perpendicularmente a las calles o carretera instalándose los cables en el interior de tubulares de 200mm de diámetro, dejando 3 tubos de reserva para futuros cruces, en este caso una vez colocados los tubos se hormigonará toda la zanja hasta una altura de 10cm inferior al nivel de la calzada, para rellenar con pavimento asfáltico, colocándose la placa de protección y la cinta de señalización.

#### 8.4.3 Conductores entubados bajo calzadas, aceras y peatonales

El cable, en parte o en todo su recorrido, irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, PVC, etc. de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,5 veces el diámetro del cable o del haz de cables.

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica. El fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ò 20m según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2m en las que se interrumpirá la continuidad de los tubos. Una vez tendido el cable estas calas se tapanán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables.

En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 m para Alta Tensión.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provisto de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

#### 8.4.4 Calles y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

#### 8.4.5 Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

#### 8.4.6 Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. Sin embargo, para los

casos particulares de cruzamientos de conductores de Alta Tensión, con los de Baja Tensión en los que no se puedan mantener la distancia anteriormente establecida, los conductores de Baja Tensión irán separados de los de Alta Tensión mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales incombustibles y adecuada resistencia.

El *cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas* no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme del cable.

#### 8.4.7 Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 8.4.8 Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 8.4.9 Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC-LAT 06 del RD 223/08. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a

colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 8.4.10 Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 8.4.11 Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Los tubos distarán, como mínimo, 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

#### 8.4.12 Condiciones de proximidades y paralelismo

Los cables subterráneos de Al deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

### 8.5 TRANSPORTE DE BOBINAS

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

## 8.6 TENDIDO DE CONDUCTORES

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable, adoptándose, durante el tendido, precauciones necesarias para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Ingeniero-Director.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10cm de arena fina y la protección de bloques de hormigón vibrado de 50x25x6cm.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de 10cm de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Ingeniero-Director y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra, por parte del Contratista, deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares: Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de Alta Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos de Alta Tensión, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en la memoria descriptiva o, en su defecto, donde señale el Ingeniero- Director.

Una vez tendido el cable los tubos se taparán con yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

## 8.7 PROTECCIÓN MECÁNICA

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y/o por choque de herramientas metálicas.

Para ello se colocará una capa protectora constituida por bloques de hormigón vibrado de 50x25x6 cm, cuando se trate de proteger una terna de conductores unipolares o un tripolar.

Se incrementará la anchura en 12.5 mm por cada terna de cables unipolares o tripolar adicionales colocados en la misma capa horizontal.

## 8.8 SEÑALIZACIÓN

Todo conductor o conjunto de conductores deberá estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a

20cm por encima del ladrillo. Cuando los conductores o conjuntos de conductores de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, deberá colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

## 8.9 IDENTIFICACIÓN

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características, en concordancia con las Normas UNE 21024, para el caso de conductores aislados con papel impregnado y la UNE 21123 para los conductores de aislamiento seco.

## 8.10 CIERRE DE ZANJAS

El cierre de zanjas se llevará a cabo según lo establecido en los diferentes apartados correspondientes a las aperturas de zanjas.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos autorizados de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

## 8.11 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

## 8.12 PUESTA A TIERRA

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas. Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07 del RD 223/2008, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envoltorio metálica puesta a tierra o sea inaccesible. Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

Como condiciones especiales de la instalación de puesta a tierra en galerías visitables se dispondrá una instalación de puesta a tierra única, accesible a lo largo de toda la galería, formada por el tipo y número de electrodos que el proyectista de la galería juzgue necesarios. Se dimensionará para la máxima corriente de defecto

(defecto fase-tierra) que se prevea poder evacuar. El valor de la resistencia global de puesta a tierra de la galería debe ser tal que, durante la evacuación de un defecto, no se supere un cierto valor de tensión de defecto establecido por el proyectista. Además, las tensiones de contacto que puedan aparecer tanto en el interior de la galería como en el exterior (si hay transferencia de potencial debido a tubos u otros elementos metálicos que salgan al exterior), no deben superar los valores admisibles de tensión de contacto aplicada según la ITC-LAT 07.

### 8.13 MONTAJES DIVERSOS

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalmes, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante. En el caso de uniones en Alta Tensión de cajas terminales a seccionador o interruptor, los vanos serán cortos de forma que los esfuerzos electrodinámicos que puedan producirse no sean ocasión de cortocircuito entre fases.



Executing your **decarbonisation** vision

# **LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV “FV MESA ROLDÁN 3”**

SP.IN029.01.2.M.SS.301-1A

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

CONIL DE LA FRONTERA Y VEJER DE LA  
FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

*Tabla 1. Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	17/01/2024	Emisión Inicial	MTC	CMF	CVJ
1A	17/09/2024	Modificado de trazado (trazado subterráneo)	CMF	CVJ	CVJ

*Sevilla, septiembre de 2024*

*el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)*

*Carlos Vázquez Jiménez*

*N.º de colegiado 1007 -COGITI Cáceres*

## CONTENIDO

<b>1 OBJETO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 PROMOTOR E INGENIERÍA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Descripción de los trabajos .....	6
2.2 Actividades principales.....	6
2.3 Situación y climatología.....	6
2.4 Plazo de ejecución .....	6
2.5 Personal previsto .....	6
2.6 Oficios.....	7
2.7 Maquinaria y medios auxiliares .....	7
2.8 Documentos .....	8
<b>3 MEMORIA DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>8</b>
3.1 Control de la prevención .....	8
3.2 Instalaciones en obra.....	10
3.3 Aplicación de la prevención en la obra .....	11
3.4 Distancias de peligro y proximidad.....	12
3.5 5 reglas de oro .....	15
3.6 Medidas básicas de prevención en los trabajos no eléctricos. ....	15
3.7 Señalizaciones .....	50
3.8 Útiles y herramientas.....	50
3.9 Medidas básicas de prevención en los trabajos eléctricos.....	51
3.10 Identificación de Riesgos.....	54
3.11 Máquinas y equipos.....	69
3.12 Actuaciones de emergencia.....	76
3.13 Libro de incidencias. ....	79
<b>4 PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>80</b>
4.1 Objeto.....	80
4.2 Disposiciones legales reglamentarias .....	80
4.3 Condiciones generales.....	81
4.4 Obligaciones en materia de seguridad y salud .....	81
4.5 Seguros .....	83
4.6 Disposiciones facultativas .....	83

4.7	Disposiciones técnicas.....	88
4.8	Disposiciones económicas administrativas .....	93
	<b>PLANOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>95</b>

## 1 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante los trabajos de ejecución del proyecto de LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV "FV MESA ROLDÁN 3" en los términos municipales de Conil de la Frontera y Vejer de la Frontera, Cádiz, España.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del R.D.1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en la Obras de Construcción en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que establece los criterios de planificación control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad e Higiene que deben de tenerse presentes en la ejecución de los Proyectos de Construcción. También se ha dado cumplimiento al 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.

## 2 PROMOTOR E INGENIERÍA

Los datos generales de la obra LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV "FV MESA ROLDÁN 3" son los que se indican a continuación.

- **DENOMINACIÓN SOCIAL:** Turgallium Solar 1, S.L.
- **CIF:** B-06773733
- **DIRECCIÓN SOCIAL:** Avenida de la Constitución, 34, 1º, CP: 41001, Sevilla.
- **PERSONA DE CONTACTO:** Carlos Manuel Vázquez Jiménez

Redacta el presente proyecto INGENOSTRUM S.L. mediante el técnico que suscribe Carlos Manuel Vázquez Jiménez, Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), colegiado en el COGITI de Cáceres con el número 1007, con domicilio en Avd. de la Constitución nº34, 1º, 41001, SEVILLA.

- **INGENIERÍA:** Ingenostrum S.L.
- **CIF:** B-91.832.873
- **TÉCNICO REDACTOR:** Carlos Manuel Vázquez Jiménez
- **TITULACIÓN:** Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), 1007 -COGITI Cáceres

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL: 352.498,75 €**

## 2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

La descripción de las instalaciones objeto del estudio están indicadas en la memoria de este proyecto.

## 2.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo y estaquillado.
- Implantación de obra y Señalización.
- Acopio y Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Obras de excavación.
- Encofrados.
- Obras de hormigón.
- Montaje de estructuras metálicas y prefabricados (apoyos).
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje.
- Tendido, regulado, engrapado, conexionado de conductores.
- Desmontaje de estructuras y equipos.
- Desescombro y retirada de residuos.
- Retirada de materiales y equipos existentes dentro De la obra.
- Puesta en marcha de la instalación.

Más adelante se analizarán los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

## 2.3 SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA

La Línea del proyecto discurrirá en los términos municipales de Conil de la Frontera y Vejer de la Frontera (Cádiz).

El clima es templado y cálido. La temperatura media anual es de 17,9°C. La precipitación es de 714 mm al año aproximadamente.

## 2.4 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo total de ejecución de las obras se estima en 5 mes. En el presupuesto se están considerando el tiempo de ejecución del parque.

## 2.5 PERSONAL PREVISTO

El personal necesario para el conjunto de las obras nos da una previsión aproximada de 6 personas.

## 2.6 OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada.
- Montadores de equipos auxiliares de equipos e instalaciones eléctricas.
- Gruitas y maquinistas.
- Ayudantes.

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra.
- Técnicos de Ejecución / Control de Calidad / Seguridad / Medio Ambiente.
- Encargados.
- Administrativos.

## 2.7 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- MAQUINARIA
  - Maquinaria de movimiento de tierras.
  - Maquinaria de transporte por carretera.
  - Máquinas excavadoras.
  - Grúa autopropulsada.
  - Camión autocargante.
  - Camión hormigonera autopropulsado.
  - Camión basculante.
  - Dumpers auto volquetes.
  - Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- MAQUINAS HERRAMIENTAS
  - Cabrestantes de izado y de tendido.
  - Máquinas de compresión.
  - Compresor.
  - Martillo neumático.
  - Grupos electrógenos.
  - Radiales y esmeriladoras.
  - Taladradoras de mano.

- Compactadores de pata de cabra.
- Vibradores de hormigón.
- HERRAMIENTAS MANUALES
  - Herramientas de mano (cinceles y punzones, martillos, alicates, destornilladores, limas, llaves).
  - Herramientas de izado (eslingas, poleas, cuerdas, cables, cadenas, aparejos, grilletes, trácteles, etc.).
  - Juego alzapobinas, rodillos, etc.
- MEDIOS AUXILIARES
  - Escaleras manuales.
  - Cuadros eléctricos auxiliares.
  - Equipos de medida:
    - Comprobador de secuencia de fase.
    - Medidor de aislamiento.
    - Medidor de tierras.
    - Pinzas amperimétricas.
    - Discriminadores de tensión.
    - Termómetros.

## 2.8 DOCUMENTOS

El presente Estudio de Seguridad y Salud está integrado por los siguientes documentos:

- MEMORIA
- PLIEGO DE CONDICIONES
- MEDICION Y PRESUPUESTO
- PLANOS

## 3 MEMORIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Esta memoria tiene por objeto describir las condiciones generales del trabajo y las actividades concretas a realizar, así como analizar los riesgos previsibles y las actuaciones encaminadas a evitarlos y establecer los medios asistenciales necesarios para minimizar las consecuencias de los accidentes que pudieran producirse.

### 3.1 CONTROL DE LA PREVENCIÓN

#### 3.1.1 Formación De personal

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

### 3.1.2 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

### 3.1.3 Charlas sobre riesgos específicos

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Responsables de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían *Charlas Específicas*, impartidas por el Técnico de Seguridad, encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Se prevé que, al comienzo de los trabajos, el Jefe de Obra o en su lugar el Jefe de Trabajos, impartirá una Charla de Prevención a la que deben asistir todos los trabajadores, a fin de que participen en los temas siguientes:

- Características de la obra a realizar.
- Métodos - Procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y prendas de uso individual establecidas.
- Resumen del Estudio de Seguridad y Salud.

Actuaciones en caso de incidente o accidente.

### 3.1.4 Medicina asistencial

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente, puedan producirse.

Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- El Control médico de los empleados

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Plan, pasarán los reconocimientos

médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal adiestrado haciendo uso de un botiquín de primeros auxilios.

En segunda instancia por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por el contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, tal como dice el apartado A3 del Anexo VI del R.D. 486/1997, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales más cercanos.

- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

### 3.1.5 Documentación

La documentación disponible en obra y que estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud será:

- Estudio de Seguridad aprobado.
- RLC (Relación de Liquidación de Cotizaciones) y RNT (Relación Nominal de Trabajadores).
- Comunicación Apertura de Centro de Trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos Médicos.
- Certificados de maquinaria.
- Nombramiento y aceptación de Vigilante de Seguridad.
- Acreditación de formación e información.
- Registro de entrega de EPI' S.

## 3.2 INSTALACIONES EN OBRA

Se preverá en la obra utilizar las instalaciones de Higiene y Bienestar del promotor o las facilitadas por el contratista. Se adaptará un lugar en para el acopio de materiales, así como entradas y salidas del personal en obra.

Se empleará un cuadro provisional de obra que se alimentará del cuadro de servicios auxiliares del Cliente, este estará provisto de protecciones eléctricas y mecánicas para su uso, no empleándose cuadro alguno que no reúna las condiciones de seguridad y salud.

salud.

## 3.3 APLICACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LA OBRA

Se establece como uso obligatorio los siguientes equipos de protección para la realización de los trabajos. Tanto el equipo colectivo como la dotación personal, deben conservarse en lugares secos y al abrigo de la intemperie y deben transportarse en bolsas, cajas o compartimentos especialmente previstos para ello.

### 3.3.1 Equipos de protección personal

Protecciones para la cabeza:

- Cascos. Para trabajadores y visitantes. Estarán designados con la señal CE y el grado de aislamiento eléctrico.
- Protecciones auditivas. Cuando se trabaje en zonas con exposición a alto nivel de ruido
- Gafas en trabajos con riesgo de accidente ocular, tal como: trabajos en galerías donde existe peligro de desprendimiento de pequeño material, montajes eléctricos con riesgos de proyecciones, etc.
- Mascaras filtrantes: Se recomienda para todos los trabajos que provoquen nubes de polvo.

Protecciones para las extremidades:

- Guantes según el tipo de riesgo, anticorte para el manipulado de equipos y transportes o en manipulación de equipos con aristas agudas, etc., dieléctricos para trabajos en tensión según la norma técnica MT-4, para protección contra el ataque de productos químicos si se localizaran zonas de riesgo, según el agente químico.
- Herramientas homologadas para el trabajo en baja y media tensión según la norma técnica MT-26.
- Calzado de seguridad de clase III homologado.

Protecciones para el cuerpo:

- Arnés de seguridad para trabajos con riesgo de caída en altura, hundimientos y desprendimientos. Siempre será obligatorio para trabajos a más de 2m de altura y exista riesgo de accidente.

### 3.3.2 Equipos de protección colectiva

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a maniobras con aparatos eléctricos de B.T. o A.T. La apertura

de zanjas o socavones y cimentaciones para las estructuras que deberán estar convenientemente balizadas.

Cada operario cuidará la conservación de su dotación personal y del equipo colectivo.

Los equipos colectivos que se utilizarán en los trabajos con riesgo eléctrico son los siguientes:

- Banquetas y/o alfombras aislantes.
- Telas aislantes.
- Pantallas de separación aislantes.
- Protectores rígidos aislantes.
- Protectores flexibles aislantes.
- Pértigas aislantes.

### 3.4 DISTANCIAS DE PELIGRO Y PROXIMIDAD

Se respetarán las indicaciones recogidas en el 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.

Se evaluarán los trabajos y maniobras de un operador de la subestación para la protección de los mismos frente a riesgos eléctricos.

El Anexo I del R.D. 614/2001 define:

- Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.
- Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.
- Trabajo en tensión: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones definidas a continuación.

Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la siguiente tabla.

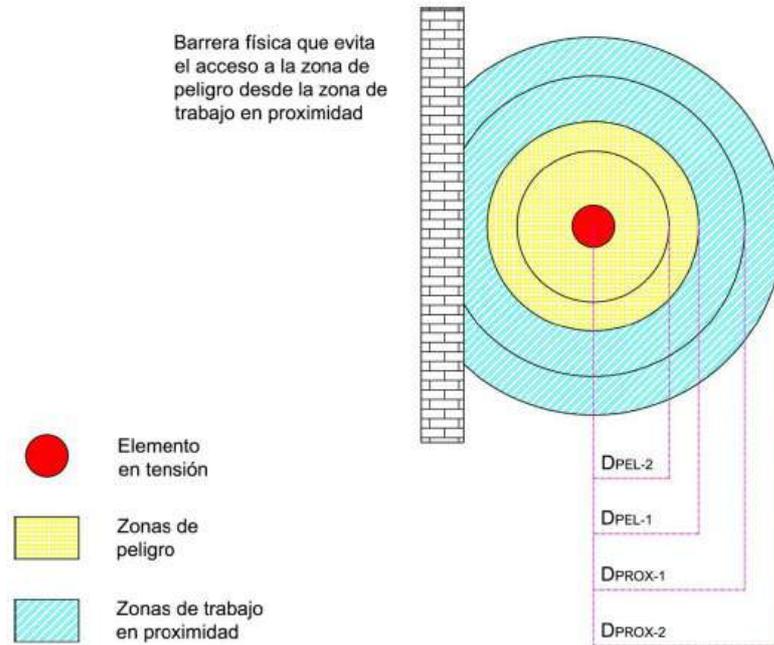
*Tabla 2. Distancias límite de las zonas de trabajo en centímetros*

$U_n$ (kV)	$D_{PEL-1}$	$D_{PEL-2}$	$D_{PROX-1}$	$D_{PROX-2}$
≤1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Donde:

- $U_n$  = tensión nominal de la instalación (kV).
- $D_{PEL-1}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).
- $D_{PEL-2}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).
- $D_{PROX-1}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).
- $D_{PROX-2}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

Figura 1. Esquema de distancia límites de las zonas de trabajo



Las distancias  $D_{PEL-1}$  definen la zona de peligro cuando no se interponen barreras físicas entre los elementos en tensión y un trabajador.

$D_{PEL-1}$  se aplica cuando hay riesgo de sobretensión por rayo y define la zona de peligro para maniobras, ensayos y verificaciones. Existirá riesgo de sobretensión por rayo cuando las condiciones meteorológicas en las proximidades de la instalación favorezcan las descargas atmosféricas.

$D_{PEL-2}$  se aplica cuando no hay riesgo de sobretensión por rayo y define la zona de peligro para actividades que requieran el empleo de herramientas, o en las que se proceda al montaje o desmontaje de algún elemento.

$$D_{PEL-1} > D_{PEL-2}$$

Las operaciones locales deberían poder realizarse sin aplicar criterios de trabajos en proximidad de tensión, por lo que se debe evitar que los trabajadores puedan acceder inadvertidamente a la zona de peligro. Como se ha dicho anteriormente, para maniobras, ensayos y verificaciones es aplicable  $D_{PEL-1}$  o la instalación de una barrera.

Si no se adopta ninguna de estas dos opciones, la operación de los mandos de emergencia tendría que considerarse como un trabajo en proximidad de tensión.

El acceso a cualquier área en que un hombre pueda invadir la zona de peligro debe restringirse mediante barreras. Una barrera física debe garantizar la protección ante el riesgo eléctrico, debe ser estable (pantalla aislante o metálica puesta a tierra) y evitar que el trabajador se introduzca inadvertidamente en la zona de peligro.

## 3.5 5 REGLAS DE ORO

Todo trabajo a realizar en una instalación que implique proximidad o actuación sobre elementos susceptibles de estar en tensión, llevará consigo la previa petición de autorización y ejecución del Descargo de la citada instalación, según se indica en la correspondiente Norma de Descargos.

No se iniciará ningún trabajo sin permiso expreso de un representante de Dirección Facultativa. Será responsabilidad de la Dirección Facultativa la coordinación de los descargos del equipo o equipos afectados, de acuerdo con la Norma de Descargos.

La apertura de los elementos de corte tele controlados no exime de la obligatoriedad del seccionamiento, bloqueo y señalizaciones locales.

La operación de un equipo que esté en condiciones de servicio se hará únicamente por personal que haya sido expresamente autorizado para ello, esté recogido en su contrato de prestación de servicios y se haya acreditado la formación requerida a criterio de la Dirección Facultativa.

Las operaciones mínimas del descargo de una instalación o puesta en condiciones seguras de la misma son las "cinco reglas de oro".

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
- Enclavamiento o bloqueo, si es posible, los aparatos de corte.
- Comprobar, con equipo adecuado, la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las fuentes de tensión.
- Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.

## 3.6 MEDIDAS BÁSICAS DE PREVENCIÓN EN LOS TRABAJOS NO ELÉCTRICOS.

Con referencias a las operaciones no eléctricas o interferencia con otros grupos de trabajos debe observarse las siguientes indicaciones:

De acuerdo con la información de la conducción, el trazado exacto debe marcarse sobre el terreno antes de comenzar la excavación; aquél debe indicar, asimismo, las medidas de seguridad que se deberán respetar. Se recomienda que se confirmen por escrito todas las condiciones y especificaciones efectuadas.

En el caso de encontrarse con una conducción no prevista, se deben, en principio, tomar las siguientes medidas:

- Suspender los trabajos de excavaciones próximos a la conducción.
- Descubrir la conducción sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la conducción para evitar deterioros.
- No desplazar los cables fuera de su posición, ni tocar, apoyarse o pasar sobre ellos al verificar la excavación.
- Impedir el acceso de personal a la zona e informar al propietario.

### 3.6.1 Transporte y acopio de materiales

Los materiales se colocarán en la caja del vehículo en forma apilada y estable. No se transportarán personas en la caja. El peso de la carga no superará el autorizado para el vehículo. Las cargas no sobresaldrán por los laterales, las que sobresalgan por la parte posterior serán señalizadas conforme al Código de Circulación.

La carga y descarga de materiales se realizará por medios mecánicos, siempre que sea posible. La carga y descarga se realizarán, previa inmovilización del vehículo, con la grúa del camión o grúa auxiliar. Ninguna persona ha de permanecer en la cabina o en la caja de vehículo excepto para conectar la carga.

El gruista en todo momento debe estar observando el movimiento de la carga. Si los laterales del camión le impidieran la visión de la carga, debe auxiliarse de una persona que le indique los movimientos, esta persona debe encontrarse en todo momento a la vista del gruista. El tiro, especialmente en el arranque, será siempre vertical. La carga se elevará lentamente hasta que quede suspendida.

El gruista observará que los movimientos de la grúa son suaves y continuos, tras cualquier brusquedad o movimiento incontrolado debe procederse a una revisión inmediata. El acopio de materiales no debe interferir con la zona de evolución y paso de personal. Todas las puntas o grapas de embalaje se arrancarán inmediatamente.

### 3.6.2 Trabajos en zanjas

En la apertura de zanjas para canalizaciones, se solicitará la consignación o descargo de los cables con los que se pudiera entrar en contacto en los siguientes casos:

- Para trabajos realizados con herramientas o útiles manuales, cuando la distancia sea inferior a 0,5 m.
- Para trabajos realizados con útiles mecánicos, cuando la distancia sea inferior a 1 m.

Este tipo de trabajos puede ocasionar fundamentalmente derrumbes, atrapamientos, así como caídas de vehículos y personas.

Antes del inicio y durante la ejecución de los trabajos de excavación, se estudiará el terreno, a fin de realizar éstos con el menor riesgo posible. La excavación se realizará en escalón, o se procederá a la entibación del terreno.

Si no se realiza la excavación en escalón, deberán entibarse aquellas zanjas de profundidad superior a 1,3 m. Se deberá utilizar una escalera adecuada para la entrada y salida.

Cuando se trate de vaciados que no sean zanjas y de alturas superiores a 2m se apuntalará la pared excavada en el caso que haya de trabajarse a distancias de esa pared inferiores a la mitad de su altura.

Se deberá efectuar una señalización con cadena o cinta de color rojo-blanco al menos a 2 Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 m del borde. En su defecto se podría utilizar una línea de color blanco sobre el suelo.

La aproximación mínima de vehículos ligeros será de 3 m y la de vehículos pesados de 5 m.

### 3.6.3 Trabajos de encofrado y desencofrado

Los encofrados se colocan y retiran con plumas o grúas adecuadas, todos los componentes usados son estructurales de la máquina utilizada, las eslingas y estobos se encuentran en buen estado y no se utilizarán elementos fabricados en Obra.

La limpieza y el orden en las plantas de trabajo es indispensable:

- Se retirarán después del encofrado, todos los clavos desperdigados por el suelo.
- Se limpiará la madera de puntas una vez desencofrada y apilada correctamente.
- Se colocarán tabloneros en los forjados, antes del hormigonado, para facilitar desplazamientos.

### 3.6.4 Trabajos en escaleras y andamios

Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 30 Kg. sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Tendrán una longitud suficiente para rebasar en un metro el punto superior del apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- Cuando no se empleen las escaleras, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán pero nunca se pintarán.

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho de 60 cm y estará construido con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 m de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante arnés de seguridad

- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.

### 3.6.5 Trabajos de cimentación de apoyos en líneas aéreas de alta tensión

El manejo de materiales, herramientas u objetos se realizará de forma racional, debiendo impedirse esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas. Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar sobreesfuerzos y atrapamientos. En ningún caso las cargas a mano superarán los 25 kg.

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.

Se evitará realizar hogueras o fogatas en zonas de maleza o que presenten riesgo de incendios. Caso de ser imprescindible se limpiará el lugar de elementos combustibles en un radio de 2m, debiendo estar vigilado el fuego continuamente. Al final de la jornada se apagará con agua o tierra.

No se permitirá que un operario permanezca solo durante la excavación de las cimentaciones de un apoyo. Permanentemente han de estar presentes al menos dos personas. Se cuidará especialmente, durante la excavación, la eliminación de ambientes pulvígenos, bien sea regando el hoyo, utilizando arpillera empapada en agua o mediante sistema de evacuación de polvo. Los operarios utilizarán en todo momento mascarilla respiratoria de efectividad adecuada al ambiente existente.

Si se tuvieran que utilizar explosivos, se extremarán las precauciones en su manejo, de acuerdo a las normas en vigor. Particularmente se cuidará que:

- La manipulación sólo se realice por personal con acreditación.
- No se transporten explosivos y detonadores juntos.
- Preferentemente se utilicen detonadores y mechas detonantes accionados por explosor eléctrico.

Se prohibirá el acopio de tierra o de materiales a menos de 2 m del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno. Se limpiará el borde superior del hoyo. Para el acceso y salida del hoyo los operarios utilizarán siempre una escalera simple que sobresalga al menos 30 cm del borde de la excavación. Los perfiles de plantillas para hormigonado se acopiarán fuera del paso de las personas. Los hoyos serán señalizados, o preferiblemente protegidos, para evitar posibles caídas.

Al inicio de los trabajos y posteriormente con periodicidad trimestral se inspeccionarán las herramientas y maquinaria de trabajo. Se rechazará el material que ofrezca duda sobre su garantía de seguridad

Se comprobarán al menos los aspectos siguientes:

## Martillos, mazas, palanquillas:

- Los mangos estarán en perfectas condiciones, bien ajustados y exentos de rebabas.
- Sus dimensiones serán adecuadas al trabajo a realizar.
- No se usarán alargadores suplementarios.

## Gatos:

- Las cargas que levanten serán inferiores a su máxima admisible.
- Los gatos con tornillos o cremalleras han de llevar un dispositivo que impida que estas se salgan de su asiento.
- Los gatos hidráulicos llevarán un dispositivo de seguridad en caso de fallo del sistema.

## Excavadoras y hormigoneras:

- La visibilidad desde los mandos no debe estar interferida.
- Los neumáticos se encontrarán en buen estado.
- Las luces y claxon estarán en perfecto funcionamiento.
- Se revisará el estado de racores, latiguillos y manguera a presión.

## Martillos neumáticos:

- Se revisarán las mangueras y abrazaderas.

## Bombos de hormigonado:

- Se asegurará la unión entre tubos, principalmente en curvas y codos.

### 3.6.6 Trabajos de cimentación de apoyos en líneas aéreas de alta tensión

El manejo de materiales, herramientas u objetos se realizará de forma racional, debiendo impedirse esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas. Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar sobreesfuerzos y atrapamientos. En ningún caso las cargas a mano superarán los 25 kg.

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.

Se evitará realizar hogueras o fogatas en zonas de maleza o que presenten riesgo de incendios. Caso de ser imprescindible se limpiará el lugar de elementos combustibles en un radio de 2m, debiendo estar vigilado el fuego continuamente. Al final de la jornada se apagará con agua o tierra.

No se permitirá que un operario permanezca solo durante la excavación de las cimentaciones de un apoyo. Permanentemente han de estar presentes al menos dos personas. Se cuidará especialmente, durante la excavación, la eliminación de ambientes pulvígenos, bien sea regando el hoyo, utilizando arpillera empapada en

agua o mediante sistema de evacuación de polvo. Los operarios utilizarán en todo momento mascarilla respiratoria de efectividad adecuada al ambiente existente.

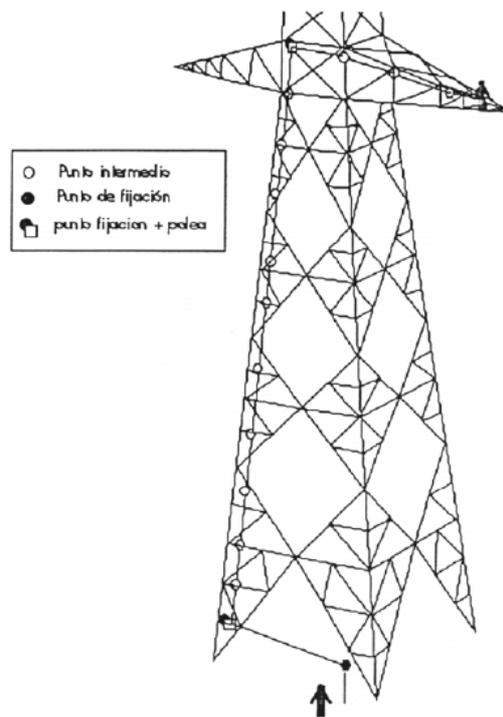
Si se tuvieran que utilizar explosivos, se extremarán las precauciones en su manejo, de acuerdo a las normas en vigor. Particularmente se cuidará que:

- La manipulación sólo se realice por personal con acreditación.
- No se transporten explosivos y detonadores juntos.
- Preferentemente se utilicen detonadores y mechas detonantes accionados por explosor eléctrico.

## Utilización de la línea de seguridad simple

Se utiliza cuando la intervención en el apoyo la realiza una sola persona. El operario progresa por la estructura, permanentemente asegurado por un segundo operario situado en la base del apoyo. Este tipo de Línea de Seguridad no requiere fijar la cuerda.

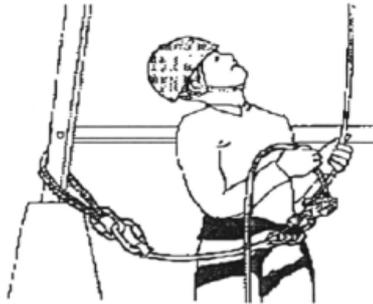
*Figura 1. Línea de seguridad simple*



- Fase de Instalación

Denominaremos primer operario al encargado de instalar la línea de seguridad y segundo operario al que permanece al pie del apoyo asegurando al primero.

*Figura 2. Segundo operario*



El segundo operario, en la base del apoyo, instala un punto de fijación en una peana distinta a la del ascenso, pasa la cuerda que va al primer operario por el modulador y fija este aparato al punto de fijación, avisándole que está preparado para asegurarlo.

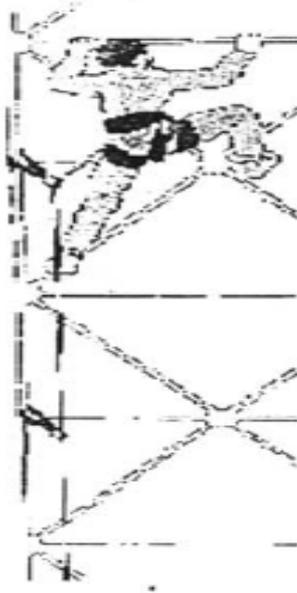
Durante toda la operación de instalación de la línea de seguridad, permanecerá siempre atendiendo a la progresión de la misma. El primer operario se ata la cuerda directamente y sin ningún otro elemento intermedio al anclaje ventral del arnés, mediante un nudo en ocho.

Durante toda la operación de instalación de la línea de seguridad, permanecerá siempre atendiendo a la progresión de la misma.

El primer operario se ata la cuerda directamente y sin ningún otro elemento intermedio al anclaje ventral del arnés, mediante un nudo en ocho. El primer operario procede a ascender por el apoyo, siempre asegurado bajo la atenta mirada del segundo, colocando los puntos intermedios por los que pasará la cuerda allí donde no existan peldaños con anilla de seguridad. La cuerda se introducirá en la anilla, o en el punto intermedio en cuanto se alcance con la mano.

Se evitará una caída hasta el suelo.

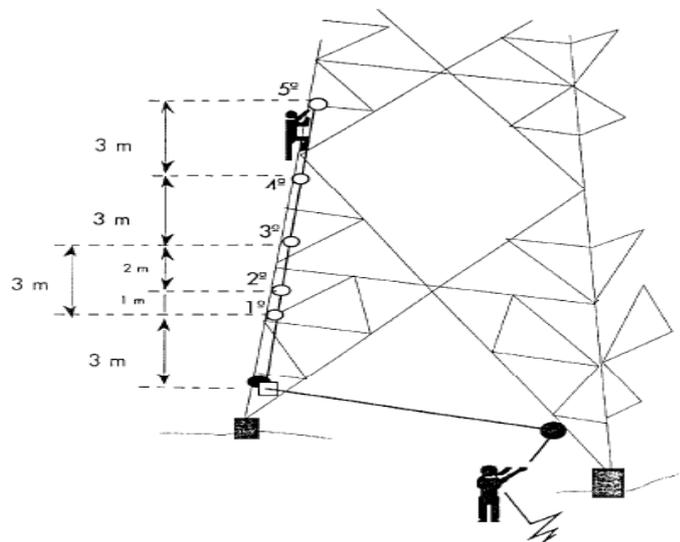
Figura 3. Primer operario



Cuando el operario llega a la cruceta en que tiene que trabajar colocará un Punto de Fijación en la parte superior de la cruceta, por el que pasará la cuerda.

El operario inicia el desplazamiento por la cruceta, colocando Puntos Intermedios a 3 m. uno de otro y asegurándose siempre a ellos, hasta llegar a la punta de cruceta donde colocará el último.

Figura 4. Punto de fijación



- Fase De Utilización

Mientras duren las tareas de intervención, el primer operario permanece asegurado con la cuerda pasada por el modificador, en la base del apoyo.

- Fase De Recuperación

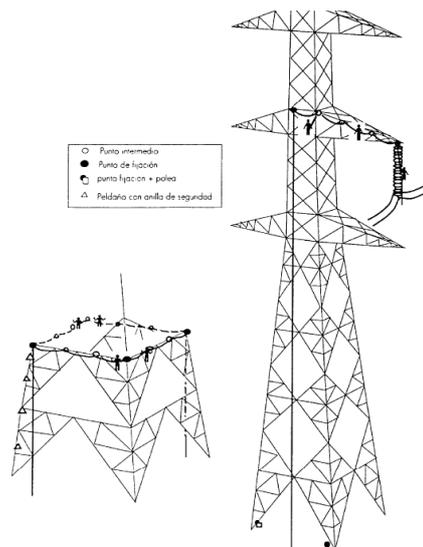
En la que se recupera todo el material usado en la Línea de Seguridad. El proceso a seguir, es el inverso al utilizado en el ascenso. El segundo operario, que asegura desde la base del apoyo, irá recuperando cuerda a través del modulador a medida que el primero vaya descendiendo, procurando mantenerla ligeramente tensa y sin desequilibrarlo. Si ha instalado Puntos Intermedios los recuperará en el descenso.

El material es recogido y guardado cuidadosamente en sus sacos de transporte, evitando que sufra desperfectos.

## Utilización de la línea de seguridad clásica

Se utiliza cuando la intervención en el apoyo requiere de varios operarios para trabajar en la misma actividad. Esta instalación, una vez fijada, permite a todos los operarios acceder, desplazarse, efectuar su trabajo y descender del lugar de intervención permanentemente asegurado.

*Figura 5. Línea de seguridad clásica*



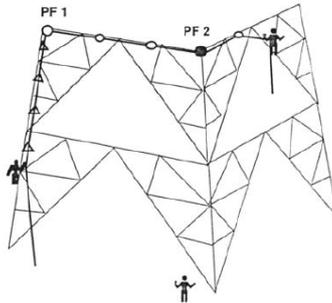
- Fase De Instalación

Las operaciones a realizar para la instalación de la Línea de Seguridad Clásica son inicialmente las mismas que se han descrito para la Línea de Seguridad Simple con las siguientes variaciones:

Cuando el primer operario llega a la altura donde se ha de trabajar e inicia sus desplazamientos en horizontal, colocan un Punto de Fijación en el montante y Puntos Intermedios en las diagonales, pasando la cuerda por cada uno de ellos.

Una vez alcance el segundo montante, el primer operario coloca PF2 y se anda con su cabo de anclaje doble, suelta la cuerda del arnés y la ata con un nudo en ocho en el PF2, dejando la cuerda libre.

*Figura 6. Puntos de fijación*

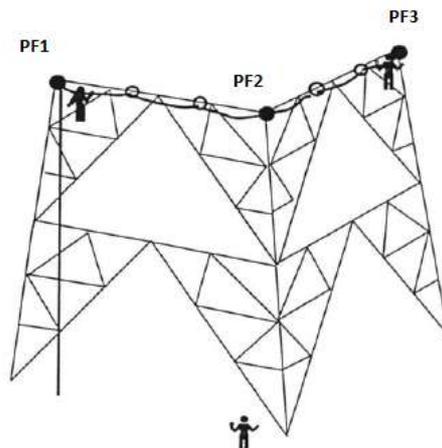


Al mismo tiempo el segundo operario inicia el ascenso con un dispositivo deslizante va liberando la cuerda del mosquetón o del peldaño de seguridad.

Una vez en el plano de trabajo, se anda con su cabo de anclaje doble al PF1, se suelta de la cuerda y la ata con un nudo en ocho al mosquetón del PF1. El primer operario ha llegado a PF3 y realiza otro nudo.

En este momento la línea de seguridad queda instalada y hay tres tramos independientes, uno vertical y dos horizontales.

*Figura 7. Fase de instalación completada*



- Fase De Utilización:  
Período durante el cual cada operario puede, desplazándose a lo largo de la Línea de Seguridad acceder, trabajar y descender del apoyo permanentemente asegurado. La forma de autoasegurarse sobre la cuerda será diferente según sea el desplazamiento a efectuar.
- Fase De Recuperación:  
El penúltimo operario deshace los PF2 y PF1 y prepara la cuerda para el último pasándola por los peldaños de seguridad o por los Puntos Intermedios verticales mientras desciende con un dispositivo deslizante.  
El último operario, situado en PF3, se ata la cuerda directamente al anclaje ventral de su arnés y desciende como en la Línea de Seguridad Simple. Si el trabajo ha de continuar deja instaladas los Puntos Intermedios y de Fijación de arriba para no instalarlos de nuevo.  
Cuando el último operario llega al suelo, la línea de seguridad queda desinstalada.

El material es recogido y guardado cuidadosamente en el saco de transporte o en el contenedor del vehículo, evitando que sufra desperfectos.

## Utilización de la línea de seguridad ramificada

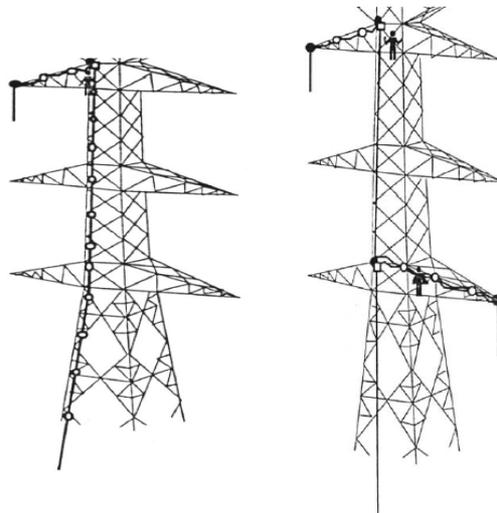
Se utiliza cuando la intervención sobre el apoyo, requiere de varios operarios para trabajar en distintas actividades.

- Fase De Instalación

Supongamos el caso de una intervención simultánea en dos crucetas.

El primer operario subirá hasta la cruceta superior e instala una Línea de Seguridad Clásica En este momento La Línea de Seguridad queda instalada en dos tramos, uno horizontal y uno vertical. El segundo operario asciende hasta la unión del fuste con la cruceta inferior.

*Figura 8. Línea de seguridad en dos tramos*



Una vez situado en la cruceta, realiza un nudo en ocho en el Punto de Fijación y se desplaza arrastrando con su dispositivo deslizante la cuerda del ramal descendente.

En el extremo de la cruceta, coloca otro Punto de Fijación y fija la cuerda. Vuelve a la unión fuste-cruceta y fija el ramal descendente mediante un nudo. En este momento la línea de seguridad queda instalada en sus dos tramos horizontales y en sus dos tramos verticales.

### Fase De Utilización

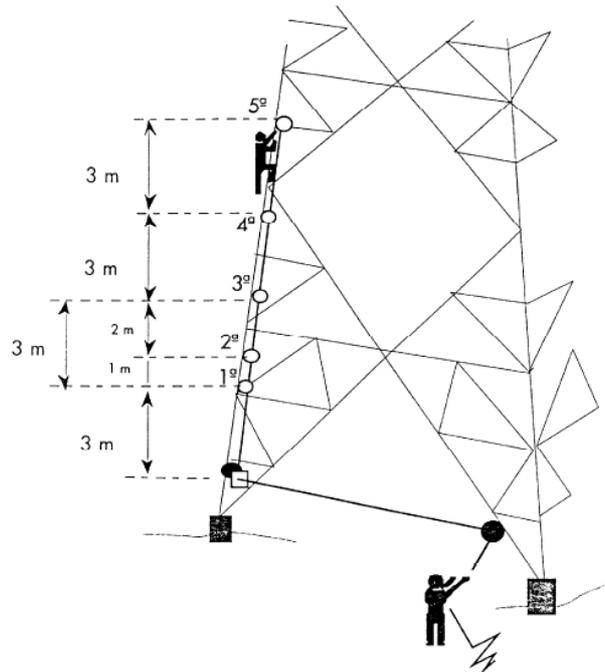
Igualmente que en la Línea de Seguridad Clásica, en esta fase, los operarios se desplazan a lo largo de la Línea de Seguridad hasta los diferentes puntos de trabajo, permanentemente auto asegurados.

- Fase De Recuperación

Los pasos a seguir son los mismos que para la Línea de Seguridad Clásica, retirando en primer lugar el último ramal instalado. El penúltimo operario inicia el descenso y vuelve a pasar la cuerda por los puntos intermedios o por los peldaños con anilla de seguridad.

Cuando el último operario llega al suelo, la línea de seguridad queda desinstalada. El material es recogido y guardado cuidadosamente en el saco de transporte o en el contenedor del vehículo, evitando que sufra desperfectos.

*Figura 9. Esquema de instalación de línea de seguridad ramificada*



### 3.6.7 Trabajos de armado e izado de apoyos en líneas aéreas AT

Como base primordial se realizará una inspección exhaustiva de todos los medios a emplear (acreditaciones del personal, cualificación de los mismos, estado y cumplimiento con la normativa vigente de la maquinaria, medios auxiliares, equipos de protección individual y colectivos... etc.).

El personal que intervenga en estas actividades deberá haber pasado todos los reconocimientos médicos periódicos. Los conductores de vehículos dispondrán del permiso de conducir correspondiente. No se realizarán trabajos simultáneos en zonas superpuestas. Únicamente serán admitidos en casos especiales, previo análisis de las condiciones que pudieran presentarse y disposición de las medidas de protección necesarias, que tiendan a eliminar los riesgos causados por la simultaneidad de actividades.

El manejo de materiales, herramientas u objetos se realizará de forma racional, debiendo impedirse esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas. Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar sobreesfuerzos y atrapamientos. En ningún caso las cargas a mano superarán los 25 kg.

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

Se recomienda dejar el trabajo de altura cuando haya una tormenta con aparato eléctrico o cuando el viento sea muy fuerte. Se evitará realizar hogueras o fogatas en zonas de maleza o que presenten riesgo de incendios. Caso de ser imprescindible se limpiará el lugar de elementos combustibles en un radio de 2m, debiendo estar vigilado el fuego continuamente. Al final de la jornada se apagará con agua o tierra.

## Izado por apoyos completos

Este sistema tiene la ventaja de que apenas hay que realizar trabajos de altura, por lo que existe menos peligro de accidente.

El método se puede dividir en las siguientes fases:

- Preparación de los perfiles en los que se incluye la clasificación de materiales y armado en el suelo de paneles, para su posterior acoplamiento con una grúa auxiliar.
- Montaje sobre calzos de nivelación de una cara de la torre sobre la que irán armando las caras adyacentes y sobre estas la cara superior, hasta llegar al armado total de la torre.
- Elevación de torre armada, mediante grúas autopropulsadas, hasta disponerla en posición vertical.

## Normas de seguridad en izado por apoyos completos

- Preparación de perfiles y armado de paneles.

El peso de los paneles, armados en suelo, no debe sobrepasar el peso estimado que la grúa auxiliar puede izar en condiciones normales.

Los perfiles clasificados se dispondrán en lugar escogido para su armado, de forma tal que este lugar no interfiera con el tránsito de personas.

- Montaje de la torre en el suelo.

Los calzos o suplementos tendrán resistencia, forma y colocación adecuada para asegurar una perfecta estabilidad del apoyo.

Dado que en el armado en el suelo de la torre se alcanzan alturas considerables en la zona de la base, es necesario disponer escaleras de mano que faciliten el acceso de los operarios.

Los operarios no circularán sobre los perfiles ya armados de la cara superior, el desplazamiento de los operarios se hará siempre por el suelo.

- Elevación de la torre.

No se elevarán cargas superiores a las indicadas en el diagrama de carga de la máquina y no se permitirá que el limitador de cargas esté anulado o inservible.

Las grúas deberán colocarse de manera que los gatos no se sitúen cerca de excavaciones, explanaciones, terraplenes, cunetas, etc. Que puedan provocar vuelcos.

El emplazamiento de las grúas se realizará en un lugar fijo que no precise desplazarlas para izar el apoyo.

La horizontalidad del chasis se asegurará mediante juego de gatos.

Los puntos de amarre (sujeciones) del apoyo deberán responder suficientemente a los esfuerzos que se vayan a someter.

El punto de amarre es aconsejable que coincida con algún encuadramiento del perímetro de la torre, como la cintura de la misma. En los casos en que no es posible aprovechar estos encuadramientos «naturales» por encontrarse distantes del centro de gravedad del apoyo o por no alcanzar la altura de la grúa, es conveniente reforzar la parte de la torre donde se va a amarrar mediante una plantilla de perfiles, a modo de encuadramiento «artificial», sujetándola a los montantes de la torre, y a ser posible en los puntos de empalme de los montantes, aprovechando los taladros existentes.

El izado deberá realizarse lentamente, sin movimientos bruscos, y el personal que compone el equipo de izado se situará fuera del radio de peligro, utilizando retenidas a distancia.

El apoyo se izará habiendo dispuesto previamente una cuerda guía para los sistemas anticaídas, por encima del amarre de los estrobos; con el fin de que tras la elevación de la torre, se pueda hacer uso de la citada cuerda cuando se ascienda para soltar los estrobos.

Si no se ha optado por colocar una cuerda guía, el ascenso se realizará utilizando la **LÍNEA DE SEGURIDAD**. El descenso se realizará en cualquier caso utilizando la **LÍNEA DE SEGURIDAD**.

Una vez la torre atornillada a los anclajes, se arría en banda la grúa, se sueltan los estrobos y se desmontan las cartelas y plantilla, restableciendo definitivamente y paso a paso los tornillos correspondientes.

En las zonas próximas a carreteras y caminos que sean transitados, deberán extremarse las precauciones, tomando todas las medidas de seguridad. Se instalarán las señales de peligro, y durante las maniobras de izado se colocarán operarios cualificados para comprobar y dirigir la circulación de personas y vehículos que puedan incidir en los trabajos de izado.

Durante la operación de izado en proximidad de líneas eléctricas de Alta Tensión, se mantendrá en todo momento las siguientes distancias de Seguridad con respecto a la fase más próxima.

Al inicio de los trabajos y posteriormente con periodicidad trimestral se inspeccionarán los accesorios de izado. Se rechazará el material que ofrezca duda sobre su garantía de seguridad. Se rechazará el material al menos los aspectos siguientes:

- Martillos, Mazas, Punteros, Palanquillas, Granetes.
  - Los mangos estarán en perfectas condiciones y bien ajustados.
  - Estarán exentos de rebabas.
  - Sus dimensiones serán adecuadas al trabajo a realizar.
  - No se usarán alargadores suplementarios.
  
- Poleas
  - Se comprobará que son poleas con cojinetes de bolas o rodillos, que rueden bien y estén correctamente engrasados.
  - Obligatoriamente dispondrán de pasadores con grupillas.
  
- Ranas
  - Los grilletes estarán en buenas condiciones.
  - Deben estar bien engrasadas en sus partes móviles.
  - Serán las adecuadas al cable a sujetar.
  - Se comprobará el apriete que hace sobre el cable.
  
- Grilletes y Tensores
  - Únicamente se utilizarán los que no estén deformados, ni tengan el bulón torcido.
  - Se comprobará que el bulón que lleve rosca aprieta a tope.
  - Las que no sean de rosca, se asegurarán obligatoriamente mediante grupillas.
  - Las roscas no estarán dañadas.
  - Estarán marcados con su carga de trabajo.
  
- Trócolas y Pastecas
  - Se revisarán periódicamente, y siempre antes de su utilización, rechazando las que estén defectuosas.
  - Serán siempre de gancho cerrado.
  
- Tracteles y Pull-lift
  - Estarán marcadas con su carga de trabajo.
  - Se revisarán periódicamente, y siempre antes de su utilización, rechazando los que estén defectuosos.
  - Se revisará el estado de las mordazas, del cable y del gancho.
  
- Estrobos y Eslingas
  - Se comprobará su estado general.
  - Deben tener indicada su carga de trabajo.
  - Las uniones y guardacabos estarán en buen estado.

- Cables
  - Se conocerá su carga de trabajo en tiro directo.
  - No presentarán cocas, deformaciones o señales de corrosión.
  - Se desecharán aquellos que se observen con alambres rotos.
  
- Cuerdas
  - No tendrán nudos. Un nudo disminuye su resistencia en un 50%.
  - No presentarán roturas de fibras o desgastes por abrasión.
  - Se colocarán cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas.
  
- Gatos
  - Las cargas que levanten serán inferiores a su máxima admisible.
  - Los gatos con tornillos o cremalleras han de llevar un dispositivo que impida que estas se salgan de su asiento.

Los gatos hidráulicos llevarán un dispositivo de seguridad en caso de fallo del sistema.

### 3.6.8 Trabajos de tendido y regulado del conductor

Los riesgos derivados de trabajos en altura se resolverán manteniéndose el operario sujeto mediante arnés anticaídas, tanto si se efectúan operaciones de ascenso, descenso o permanencia.

Los trabajadores deben encontrarse en perfectas condiciones físicas para este trabajo. De no ser así, habrá que sustituirlos por aquellos que puedan hacerlo con todas las garantías necesarias que requieren estas operaciones.

No se realizarán trabajos simultáneos en zonas superpuestas. Únicamente serán admitidos en casos especiales, previo análisis de las condiciones que pudieran presentarse y disposición de las medidas de protección necesarias, que tiendan a eliminar los riesgos causados por la simultaneidad de actividades.

El manejo de materiales, herramientas u objetos se realizará de forma racional, debiendo impedirse esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas. Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, a objeto de evitar sobreesfuerzos y atrapamientos. En ningún caso las cargas a mano superarán los 25 Kg. 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.

Se evitará realizar hogueras o fogatas en zonas de maleza o que presenten riesgo de incendios. Caso de ser imprescindible se limpiará el lugar de elementos combustibles en un radio de 2 m, debiendo estar vigilado el fuego continuamente. Al final de la jornada se apagará con agua o tierra.

#### 3.6.8.1 Normas sobre transporte y acopio de materiales

Los materiales se transportarán en la caja del vehículo en forma apilada y estable. No viajarán personas en la caja. El peso de la carga no superará la autorizada para el vehículo. Las cargas no sobresaldrán por los laterales, las que sobresalgan por la parte posterior serán señalizadas conforme al Código de Circulación.

La carga y descarga se realizará, previa inmovilización del vehículo que las transporta, preferiblemente con una grúa auxiliar o con la propia del camión. El gruista cuidará que ninguna persona permanezca en la cabina o en la caja del vehículo, excepto para conectar la carga.

El gruista en todo momento debe estar observando el movimiento de la carga. Si los laterales del camión le impidieran la visión de la carga, debe auxiliarse de una persona que le indique los movimientos, esta persona debe encontrarse en todo momento a la vista del gruista.

La anterior consideración sobre la visión de la carga se aplicará en el caso de grúa auxiliar. El tiro, especialmente en el arranque, será siempre vertical. La carga se elevará lentamente hasta que quede suspendida.

El gruista observará que los movimientos de su máquina son suaves y continuos, tras cualquier brusquedad o movimiento incontrolado debe procederse a una revisión inmediata.

El gruista será el responsable de comprobar que la carga no exceda de lo permitido en la tabla de características de la grúa.

El acopio de materiales no debe interferir con la zona de evolución y paso de personal.

La carga y descarga de bobinas se realizará por medios mecánicos, siempre que sea posible, o haciendo un muelle para que no caigan del camión al suelo.

Antes de descargar, se examinarán las cuñas, duelas, flejes y bridas de la bobina, para determinar cualquier deterioro de éstas o del conductor.

Para descargarlas con grúa se usará un tubo o barra a través del agujero central.

Se empleará una barra separadora desbordante (sobre el borde), cuando se eleve la bobina, para prevenir el doblado de las bridas o machacar el conductor. Nunca debe transportarse una bobina pasando la cadena o cable por los bajos, o con la eslinga alrededor de las duelas.

Las bobinas se calzarán adecuadamente para evitar que puedan rodar libremente y accidentar a alguien.

Las bobinas deberán rodarse (girarse) lo menos posible. Cuando haya que rodar las bobinas llenas, deberá hacerse según la indicación de la flecha que lleva grabado en el lateral de las bridas.

Todas las puntas o grapas de embalaje se arrancarán inmediatamente.

### 3.6.8.2 Emplazamiento de la maquinaria de tendido

Se buscarán los lugares más idóneos, que puedan cumplir las condiciones de:

- Buenas salidas de los cables conductores y pilotos.
- Que no cargue mucho el apoyo de línea. (La distancia horizontal entre la maquinaria y el apoyo, ha de ser más de 2 veces la altura del apoyo).
- En casos especiales se atirantarán las crucetas en sentido vertical, aunque es recomendable cambiar a otro emplazamiento en caso de cargar mucho la torre.
- En la ubicación del freno se tendrá en cuenta el espacio necesario para las bobinas del conductor, debiendo situar las bobinas de tal forma que el cable entre en el freno sin forzar.
- Se arriostará bien la máquina de freno.
- Los anclajes para las máquinas de tendido se colocarán en la dirección que marca el enganche de éstas.
- Se preverán los anclajes para los cables una vez se hayan tendido.
- Las máquinas estarán dotadas de puesta a tierra, se conectarán a un electrodo clavado cerca de dicha máquina.

### 3.6.8.3 Tendido del piloto

Este cable se puede tender a mano, con tractor o con cualquier medio práctico que aconsejen las circunstancias, sin más limitaciones en cuanto a la operación en sí que los impedimentos físicos del terreno y la normal precaución para reducir los daños en las servidumbres de paso.

Antes de colocar las poleas de tendido en las cadenas de aisladores, es fundamental revisar sus bulones o tornillos, eje de la polea, pestañas y canal.

El trabajo a realizar consiste en preparar bobinas de piloto en caballetes, desenrollar, tender, pasar por poleas y empalmar piloto de tendido.

Si a lo largo de una serie es factible utilizar vehículos se tirará con ellos del piloto, en caso contrario puede

tenderse un piloto ligero (cuerda) en toda la longitud de la serie, haciendo servir dicho piloto ligero para tender el piloto principal, tirando de aquel con el cabrestante principal u otro más pequeño.

A medida que vaya saliendo el piloto de las bobinas se inspeccionará para comprobar su buen estado, sobre todo en lazadas, ingeridos, etc.

Se vigilará la comunicación entre el equipo de tendido, con el de la bobina piloto, debe existir un buen medio de comunicación entre los equipos.

Se extremará el cuidado con los bucles de piloto que puedan formarse, cuidando que nadie se meta dentro de ellos.

Para frenar la bobina de piloto se aconseja un freno mecánico con mando manual. No se permite frenar haciendo palanca con palos o cosa similar.

### 3.6.8.4 Tensado y elevado del piloto

Antes de levantar el piloto se habrá procedido a unir los tramos de que constan las bobinas de piloto mediante ochos o giratorios. Cuando se vayan a emplear se

revisarán para comprobar su estado. Para su colocación se emplearán las herramientas adecuadas, no estando permitido golpearlos o forzarlos.

Si hay algún enganche del piloto se maniobrará mediante útil adecuado (cuerda o pértiga). Si hace falta se mandará parar el cabrestante para facilitar la maniobra. Queda prohibido subirse a los árboles u otros obstáculos para desenganchar cables pilotos, así como desengancharlos con las manos cuando el enganche es a ras del suelo.

### 3.6.8.5 Tendido de cable de tierra y conductor

Es deseable que el primer cable a tender sea el de tierra, por apantallamiento y en evitación de roces con los conductores de fases.

Entre el cable piloto y el conductor a tender se colocará un dispositivo giratorio para que no se transmita torsión del piloto al conductor.

Los cables se frenarán mediante un freno adecuado al tense que debe aplicarse, manteniéndolos a una distancia adecuada sobre el suelo para el paso de personas y vehículos.

Se distribuirá personal por toda la serie o cantón, de tal forma que puedan controlar el posterior avance del cable por los apoyos, detectando cualquier anomalía lo antes posible para que no pueda provocar roturas o accidentes.

Este personal dispondrá de un sistema de comunicación con el emplazamiento del cabrestante y del freno.

Antes de poner en funcionamiento el sistema de tiro se graduará el limitador de carga del cabrestante, al tense máximo permitido que garantice no sean dañados los apoyos, con el fin de que si hay algún enganche, actúe el dispositivo y no rompamos una cruceta. Es imprescindible que este dispositivo exista y esté siempre en funcionamiento. Debe ser probado al comenzar el tendido.

El freno se irá graduando regularmente hasta que el conductor llegue a un punto ideal de altura.

Una vez levantado el piloto y habiendo cargado previamente el freno con el cable conductor, se procederá a arriar el freno al mismo tiempo que el cabrestante de tiro se pone en marcha.

Mientras esté funcionando el sistema es muy peligroso introducir manos, barras, etc. en partes móviles, engranajes, bobinas, tambor de freno, etc. por el riesgo de atrapamientos, por tanto queda prohibido tocar máquinas que estén en funcionamiento.

En caso de necesidad se mandará parar la máquina para subsanar cualquier anomalía que surja.

En caso de descarrilamiento, la maniobra de engarzar la efectuarán como mínimo dos personas. Durante este trabajo el operario que baje a la polea desde la cruceta a poner bien el piloto o cable, nunca se apoyará en él pues un leve movimiento del conductor le puede atrapar las piernas.

También durante la maniobra citada, tanto el personal del freno con el del cabrestante estarán pendientes y comunicados con el personal que la esté efectuando.

Si durante el tendido un cable ha de tocar en algún punto que sea difícil de salvar, se colocarán poleas para que el cable pase por ellas.

En cruces de carreteras, FFCC y caminos se mantendrán las alturas reglamentadas en el apartado de cruzamientos.

### 3.6.8.6 Realización de empalmes a compresión

La operación de realizar empalmes requiere que previamente se haya bajado el cable hasta el suelo, para ello se aprovechará como anclaje el vehículo que lleve la brigada. Nunca se emplearán como anclajes, árboles u otros objetos naturales.

La maniobra de aflojar el cable se hará lentamente, comprobando que en todo momento el vehículo retire bien la fase.

En caso de dúplex o tríplex se bajará cable a cable para trabajar con más seguridad. Para aflojar el cable a un lado y otro de la camisa se utilizarán dos ranas, dos poleas y un cabrestante, pudiendo hacerse con el mismo vehículo que está sosteniendo.

En la operación de efectuar el empalme, se extremarán los cuidados para una buena ejecución de éste. Se pondrá el máximo esmero tanto en la limpieza de los accesorios del empalme como en la comprensión de éste, comprobando la medida entre caras.

En los empalmes a compresión, sólo se permite dar una pasada por empalme.

En caso de haberse comprimido deficientemente con una pasada, éste se rechazará debiéndose efectuar otro. El jefe de equipo deberá saber las matrices que debe emplear para los empalmes, así como estar al corriente de las grapas adecuadas al cable empleado.

En el caso de que los empalmes queden cerca de un apoyo y se haga muy difícil la ejecución de éstos por el método convencional se puede adoptar el sistema de bajar cables en uno o dos apoyos y entonces hacer las maniobras normales descritas anteriormente.

Para bajar los cables se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Se bajarán los cables por crucetas enteras, es decir, primero un lado de cruceta y después el otro, y así sucesivamente.
- Como la maniobra de bajar cables la podemos considerar larga, recorriendo 15 a 30 m, según la altura de apoyos, ésta se efectuará con cabrestantes.
- Nunca el reenvío irá desde la punta de cruceta a tierra, es peligroso. Se pondrá polea de reenvío en el cuerpo de la torre a la altura del piso de la cruceta en que estamos trabajando.
- Para subir cables la maniobra se hará de igual modo.

### 3.6.8.7 Cruzamientos de caminos, líneas de B.T. y telefónicas

El tendido de conductores sobre estas infraestructuras se realizará instalando una protección que evite la interferencia del cable a tender o del piloto con estos elementos, ya sea por descenso o caída del cable.

### 3.6.8.8 Protecciones a instalar sobre caminos, líneas de B.T. y telefónicas

Se efectuarán con protecciones clásicas de madera. Se permite instalar una sola hilera de pies derechos. Las protecciones de madera para líneas de B.T., sobrepasarán la parte más alta de la línea en 1,50 m como mínimo y se situarán lo más próxima posible a la citada línea.

Cada pie derecho estará formado por un sólo poste. No se podrán ensamblar dos postes. Las protecciones de madera para caminos se colocarán a una distancia del borde del camino de 1 m como máximo.

### 3.6.8.9 Cruzamientos de carreteras, autopistas y ferrocarriles sin electrificar

El tendido de conductores sobre estas infraestructuras se realizará instalando previamente una protección que evite la interferencia del cable a tender o del piloto con la circulación vial, ya sea por descenso o por caída del cable.

- Protecciones clásicas de madera.

La longitud de los pies derechos a utilizar (8÷12 m) ha de dejar un gálibo libre sobre la vía de circulación al menos de 7 m, salvo que en la autorización del MOPT o RENFE se especifique otra cosa. La protección ha de instalarse entre 2 y 3 m de los bordes de la vía de circulación. Autopistas y autovías se considerarán como dobles carreteras.

- Protecciones de estructuras metálicas.

La altura de las estructuras a utilizar (8 ÷20 m) ha de dejar un gálibo sobre la vía de circulación al menos de 7 m, salvo que en la autorización del MOPT o RENFE se especifique otra cosa.

La protección ha de soportar el impacto mecánico de una caída del cable a fin de que no pueda afectar a la circulación vial.

Se colocarán señales de obra, de limitación de velocidad y de gálibo de altura adecuadas al tipo de vía.

La protección se centrará en la vertical del cable a tender.

La protección dispondrá de los siguientes elementos:

- Pies derechos. Se dispondrán paralelos a la carretera y la anchura total de la protección será tal que proyectada sobre la perpendicular del conductor a tender supere los 10 m.
- Travesaños. Debe conseguirse una trabazón eficaz entre un travesaño y los pies derechos que lo sustentan.
- Riostras laterales. La disposición de estos vientos se hace en general por pares.
- Riostras en techo. Los pies derechos de una hilera irán arriostrados por pares.

- Malla de cuerda. Se instalarán cuerdas que formen malla de no más de 2 m de cuadrícula sobre carreteras nacionales, autopista y autovías.

Las dimensiones de los elementos que componen la protección dependen del peso del cable, de la longitud del vano a tender y de las cotas de amarre de las crucetas.

### 3.6.8.10 Cruzamientos de líneas de A.T. y ferrocarriles electrificados. Estado de estas instalaciones

En el tendido de conductores sobre estas infraestructuras se dispondrán las líneas cruzadas obligatoriamente según el siguiente orden preferente:

- Con la instalación cruzada en descargo durante toda la duración del tendido de la bobina, desde el montaje de poleas hasta el amarre del conductor.

En consecuencia, se precisa coordinar los descargos de las instalaciones cruzadas con el periodo de duración del tendido. Se instalará una protección que resista el impacto mecánico de una caída del cable a fin de no dañar la línea cruzada.

- Pasando la línea cruzada a subterránea.

Es preciso obtener la autorización pertinente de la Empresa Propietaria. Vanos muy largos (más de 200 m) hacen inviable esta opción.

- Con la instalación cruzada en tensión durante la duración del tendido.

Se instalará una protección que evite el descenso del conductor a tender y resista el impacto mecánico de una caída, a fin de evitar el riesgo eléctrico y de no dañar la línea. Sólo las líneas de M.T. permiten, por su altura, la colocación de esta protección. Para instalar esta protección es necesario poner la línea cruzada en descargo o bien realizarla con técnicas de trabajo en tensión por personal homologado.

Se solicitará un Régimen Especial de Explotación para la línea cruzada.

Las poleas del vano de cruzamiento serán de aluminio o tendrán un sistema que permita poner a tierra el cable a través de la polea.

Se instalarán tomas de tierra rodantes a la salida del freno y a la entrada de la máquina de tiro.

### 3.6.8.11 Protecciones a instalar sobre instalaciones en descargo durante toda la duración del trabajo

- Protecciones clásicas de madera.

Dada la limitación en altura de los postes de madera sólo es posible su instalación si la línea cruzada está a menos de 10 m de altura.

- Protecciones mediante estructuras metálicas de celosía.

Con estas protecciones pueden protegerse líneas más altas, sin embargo, no es recomendable emplear estructuras de más de 20 m de altura.

Si ninguna de estas protecciones puede instalarse, dados sus condicionantes, se bajarán los conductores de la línea cruzada hasta el suelo para protegerlos de una posible caída del cable a tender, con conocimiento de la Empresa Propietaria.

La protección dispondrá de los siguientes elementos:

- Pies derechos. Se dispondrán paralelos a la línea a cruzar y la anchura total de la protección será tal que proyectada sobre la perpendicular de la línea a tender supere los 10 m.
- Travesaños. Debe conseguirse una trabazón eficaz entre los travesaños y los pies derechos.
- Riostras laterales. Se dispondrán vientos individuales para cada pie derecho.
- Riostras en techo. Los pies derechos de una hilera irán arriostrados con sus parejos de la hilera opuesta. La altura de la protección estará 0,5 m por encima de la línea cruzada.

La protección se centrará en la vertical del cable a tender.

Las dimensiones de los elementos que componen la protección dependen del peso del cable, de la longitud del vano a tender y de las cotas de amarre de las crucetas.

### 3.6.8.12 Protecciones a instalar sobre instalaciones en tensión durante toda la duración del trabajo

- Protecciones clásicas de madera.

Dada la limitación en altura de los postes de madera sólo es posible su instalación si la línea cruzada está a menos de 9 m de altura.

Para instalarla es necesario poner la línea cruzada en descargo.

- Protecciones de estructuras metálicas.

Con estas protecciones pueden protegerse líneas más altas, sin embargo, no es recomendable emplear estructuras de más de 20 m de altura.

Para instalarla es necesario poner la línea cruzada en descargo.

Si ninguna de estas protecciones puede instalarse, dadas sus limitaciones, es necesario tender con la línea cruzada en descargo durante todo el trabajo.

La protección dispondrá de los siguientes elementos:

- Pies derechos. Se dispondrán paralelos a la línea a cruzar y la anchura total de la protección será tal que proyectada sobre la perpendicular de la línea a tender supere los 10 m. Lateralmente los pies derechos se dispondrán al menos a 3 m de las fases más próximas de la línea cruzada. En altura la protección también estará al menos a 3 m por encima de la línea cruzada.
- Travesaños. Debe conseguirse una trabazón eficaz entre los travesaños y los pies derechos que los sustentan (tornillo pasante, cable protegido, herraje especial, etc.).

- Riostras laterales. La disposición de estos vientos se hace en general por pares para cada pie derecho.
- Riostras en techo. Los pies derechos de una hilera irán arriostrados con sus pares de la hilera opuesta.
- Cable de salvaguarda. Los pies derechos de una hilera irán arriostrados entre sí, longitudinalmente, mediante un cable situado por debajo de los travesaños.
- Red protectora en techo. Ha de disponerse una red que mantendrá una cuadrícula no mayor de 50 cm.
- Pértigas separadoras. Se colocarán pértigas aislantes separadoras que fijen los conductores en tensión, impidiendo su aproximación a los pies derechos en caso de fuerte viento.

La protección se centrará en la vertical del cable de tierra.

Las dimensiones de los elementos que componen la protección dependen del peso del cable, de la longitud del vano y de las cotas de amarre de las crucetas.

### 3.6.8.13 Criterios sobre descargos y régimen especial de líneas cruzadas

Una vez el Contratista haya levantado los croquis de cruzamientos e identificadas las líneas, los presentará a la Empresa Eléctrica con la propuesta de protecciones a instalar.

El Contratista enviará la petición de descargo a los Despachos Técnicos de Explotación de las Empresas propietarias.

La entrega y devolución de la Zona Protegida y cualquier otra comunicación con los despachos de las empresas propietarias de estas líneas se efectuará entre el Contratista y la Empresa Eléctrica.

En las líneas cruzadas en descargo se dispondrán puestas a tierra, en el vano de cruzamiento, durante la duración de los descargos y hasta la devolución de éstos.

Si el tendido se realizase con la línea cruzada en tensión y ésta no dispusiese de reenganchadores, en el Régimen Especial se expresará la necesidad de que no se reponga servicio sin comunicación previa.

### 3.6.8.14 Criterios sobre fenómenos de inducción en trabajos de tendido

Para fenómenos de inducción electrostática (cruzamientos con otras líneas en tensión) ya han sido indicadas dos medidas a tomar:

- Puesta a tierra de las máquinas de tendido.
- Poleas no aislantes en los vanos de cruzamiento.

Para los casos de inducción electromagnética (tendido paralelo en varios vanos a otra línea en tensión), se dispondrán puestas a tierra rodantes a la salida de las máquinas y en los vanos de cruzamiento. Las normas de actuación serán siempre:

- Las puestas a tierra se colocan y retiran con pértigas aislantes.

- Nunca se cortará o empalmará un conductor sin haber colocado un puente falso provisional.
- Dentro de los bucles formados por el conductor, las puestas a tierras y el suelo, el operario no establecerá con su cuerpo continuidad eléctrica entre el conductor y la torre.

### 3.6.8.15 Condiciones del regulado

Tanto si la regulación se lleva a cabo mediante tablillas de flechado o taquímetro, se prestará especial atención a la operación de flechar, estableciendo que no pueda haber confusiones que supongan sobreesfuerzos en máquinas o cables, que puedan provocar roturas.

Una vez marcadas las flechas se procederá al regulado de la serie o cantón.

La máquina para el regulado tendrá que estar colocada a una distancia tal que no sobrecargue el apoyo de la línea. La distancia horizontal entre la máquina y el apoyo ha de ser como mínimo dos veces la altura del apoyo.

Como medida preventiva se procederá al atirantado de la cruceta en sentido vertical.

En las maniobras de regulado, el personal de suelo estará apartado de la traza de los cables, para poder evitar posibles atrapamientos en el caso de escapes, roturas, etc.

El personal que esté en lo alto de los apoyos, se situará en el centro de éstos mientras se está regulando.

Cuando se proceda a marcar los cables el operario lo hará amarrado a la cruceta, tanto si lo realiza desde ella como si tiene que salir al cable.

### 3.6.8.16 Engrapado en torres de amarre

Una vez flechados los cables procederemos a efectuar el amarre en los apoyos preparados para ello.

La operación puede efectuarse por varios procedimientos, todos ellos arriesgados por tener que trabajarse en altura y sobre los conductores, de forma que no se pierda la tracción del cable en el resto de la línea, salvo en el apoyo o en la zona de operación.

- Amarre aéreo o compensado.

Este se hará cuando en el tendido de los cables se han pasado uno o varios apoyos de amarres. En este caso por el apoyo pasan los cables como si fuese uno de suspensión, pero sin cadenas de este tipo.

Como se habrán regulado los cables pasados el amarre, en la punta de cruceta el tense estará compensado.

Solamente hará falta retener los cables a un lado y otro del apoyo, cortar cables, bajarlos, hacer grapas, enganchar cadenas, subir otra vez y al fin aflojar la retenida.

Con este método en que se bajan los cables al suelo, teniendo cuidado en no descompensar los tenses, la maniobra es muy segura.

Al cortar los cables se retendrán bien con el fin de que no se escapen o caigan. Si es posible se cortarán en el suelo.

Los operarios que salgan a la cadena a preparar la maniobra se atarán a la cruceta.

A las crucetas de apoyo no se les tirará en sentido vertical en ningún caso. En todas las maniobras se procederá a poner una polea de reenvío al cuerpo de la torre, a la altura del piso de la cruceta en la cual se trabaja.

Si es posible se dotará a las crucetas de puntos de enganche auxiliares para anclaje de los aparejos o poleas.

El personal de tierra estará pendiente del trabajo que se realiza arriba cuidando de no ponerse debajo de la zona de trabajo. Los equipos de tierra no colocarán máquinas para trabajar en la vertical de los operarios de arriba.

Al subir cadenas o bajar cables el capataz dará aviso de despejar la zona.

Se empleará yugo auxiliar para subir cadenas.

Los estrobados en herrajes, sobre todo en la zona de las grapas, se harán de tal forma que no supongan esfuerzos incorrectos en esos materiales.

No se hará trabajar a cables o cuerdas sobre cantos vivos.

- Amarre con atirantado.

En este caso la torre es la final del cantón y tiene por un lado los cables y por el otro los atirantados (vientos).

Podemos decir que el apoyo está compensado, por lo tanto, podemos realizar el amarrado de los cables (a un lado) empleando el mismo método que en el caso anterior.

Posteriormente al querer amarrar la serie siguiente por el otro lado, se puede ver que los tenses horizontales quedan compensados pero los verticales quedan duplicados (a la componente vertical del cable ya amarrado más su atirantado, hay que añadir la componente del cable a regular más la del cable de tensado desde el tractor). Por tanto, en este caso es imprescindible atirantar las crucetas en sentido vertical.

El tense del tirante de cruceta se calculará para el peso del vano de línea.

Una vez regulado el segundo lado, tan pronto como se puedan retener los cables en la punta de cruceta, ya podremos quitar vientos.

Los operarios no se amarrarán al tirante sino a la cruceta. En caso de rotura del tirante, aunque la cruceta se deforme, su punto de amarre será estable.

Se recomienda que con tenses elevados (4.000-5.000 kg) las cadenas no se enganchen con todo el tense, es preferible mantener una retenida a la altura del enganche del 50% del tense.

Se aconseja el empleo de aparejos con los suficientes reenvíos para que se pueda emplear poleas normales en los reenvíos de estas maniobras al suelo.

Se tendrán en cuenta los esfuerzos resultantes de las maniobras para elegir las poleas adecuadas.

### 3.6.8.17 Engrapado en torres de suspensión

En principio parece más fácil que los de amarre pero no hay que descuidarse pues el accidente puede aparecer.

La instalación de las varillas de protección en el punto que ha de ir colocada la grapa de suspensión, con el objeto de reducir las vibraciones y reforzar el conductor, se hará colocándose el operario en una escalera suspendida, para evitar que tenga que posicionarse en el propio cable.

Para colocar las varillas, el cable tiene que quedar libre en la longitud que éstas ocupen y suspendido al mismo tiempo. Sería muy peligroso, para el operario que las coloca, que el dispositivo empleado para suspender el cable no fuera seguro.

El recorrido de la maniobra para hacerse con el cable y poderlo engrapar es relativamente corto, por lo tanto, se puede emplear una herramienta que sea lo menos pesada posible.

El pull-iff es la herramienta ideal pues permite por un lado que se retenga en la punta de la cruceta y por otro se coja al cable.

En caso de empleo de cabrestante o aparejo para suspender los cables, no se tirará del reenvío directamente hacia el suelo, se hará pasar a través del cuerpo de la torre.

Para mayor comodidad los operarios usarán escaleras auxiliares, pero estarán atados a la cruceta, aunque usen escalera.

### 3.6.8.18 Colocación de accesorios

Se puede decir que la colocación de los diversos accesorios en los cables presenta prácticamente los mismos riesgos que hemos podido hasta ahora plantear, derivados de la salida del operario a los cables.

### 3.6.8.19 Antivibradores

Es aconsejable que esta colocación se haga cuando se acaba de engrapar pues la instalación de las escaleras auxiliares puede servir perfectamente para este menester en caso contrario, obligaría a montar otra vez el sistema siendo en muchos casos colocados sin las debidas condiciones de seguridad por la pereza de montar las escaleras o herramienta auxiliar adecuada.

Los operarios estarán además atados a la cruceta cuando bajen a los cables.

### 3.6.8.20 Inspecciones de seguridad

Al inicio de los trabajos y posteriormente con periodicidad trimestral se inspeccionarán los accesorios de izado.

Se rechazará el material que ofrezca duda sobre su garantía de seguridad.

Se comprobarán al menos los aspectos siguientes:

- Martillos, Mazas, Punteros, Palanquillas, Granetes.
  - Los mangos estarán en perfectas condiciones y bien ajustados.
  - Estarán exentos de rebabas.
  - Sus dimensiones serán adecuadas al trabajo a realizar.
  - No se usarán alargadores suplementarios.
  
- Poleas
  - Se comprobará que son poleas con cojinetes de bolas o rodillos, que rueden bien y estén correctamente engrasados.
  - Obligatoria mente dispondrán de pasadores con grupillas.
  
- Ranas.
  - Los grilletes estarán en buenas condiciones.
  - Deben estar bien engrasadas en sus partes móviles.
  - Serán las adecuadas al cable a sujetar.
  - Se comprobará el apriete que hace sobre el cable.
  
- Camisas de Punta y Centro
  - Se rechazarán las camisas que tengan hilos rotos.
  - Se utilizarán únicamente las adecuadas a cada cable.
  - Las puntas se asegurarán mediante retenciones.
  
- Cangrejos
  - Se revisarán antes de su empleo, comprobando su correcto estado.
  - Se disminuirá la velocidad de tendido cuando el cangrejo esté pasando por la polea.
  
- Grilletes y Tensores
  - Únicamente se utilizarán los que no estén deformados, ni tengan el bulón torcido.
  - Se comprobará que el bulón que lleve rosca aprieta a tope.
  - Las que no sean de rosca, se asegurarán obligatoriamente mediante grupilla.
  - Las roscas no estarán dañadas.
  - Estarán marcados con su carga de trabajo.
  
- Giratorios

- Se desmontarán periódicamente para revisión de sus rodamientos, troquelándoles la fecha de dicha revisión.
- Se utilizarán únicamente los apropiados al cable y a la tensión de tendido.
- Trócolas y Pastecas
  - Se revisarán periódicamente, y siempre antes de su utilización, rechazando las que estén defectuosas.
  - Serán siempre de gancho cerrado.
- Trácteles y Pull-lift
  - Estarán marcadas con su carga de trabajo.
  - Se revisarán periódicamente, y siempre antes de su utilización, rechazando los que estén defectuosos.
  - Se revisará el estado de las mordazas, del cable y del gancho.
- Estrobos y Eslingas.
  - Se comprobará su estado general.
  - Deben tener indicada su carga de trabajo.
  - Las uniones y guardacabos estarán en buen estado.
- Cables
  - Se conocerá su carga de trabajo en tiro directo.
  - No presentarán cocas, deformaciones o señales de corrosión.
  - Se desecharán aquellos que se observen con alambres rotos.
- Cuerdas
  - No tendrán nudos. Un nudo disminuye su resistencia en un 50%.
  - No presentarán roturas de fibras o desgastes por abrasión.
  - Se colocarán cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas.

### 3.6.9 Trabajos de entibado-desentibado de zanjas

Las zonas de trabajo, así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos.

Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

Se comenzará el entibado de arriba hacia abajo y el/los operarios, así como los materiales se situarán en la zona entibada. No se abandonará el tajo sin haber apuntalado la parte inferior de la última franja excavada.

Se evitará siempre situarse en la vertical de operarios trabajando en altura.

Los equipos, útiles y herramientas serán los adecuados para el trabajo a realizar, manteniéndolos en perfecto estado y utilizándolos únicamente para lo que están diseñados.

La entibación sobrepasará los bordes de la excavación en 15 ó 20 cm a modo de rodapié.

No se usarán las entibaciones como medio para ascender o descender a las excavaciones y tampoco se utilizarán como soportes de carga, tales como conducciones, cables, etc.

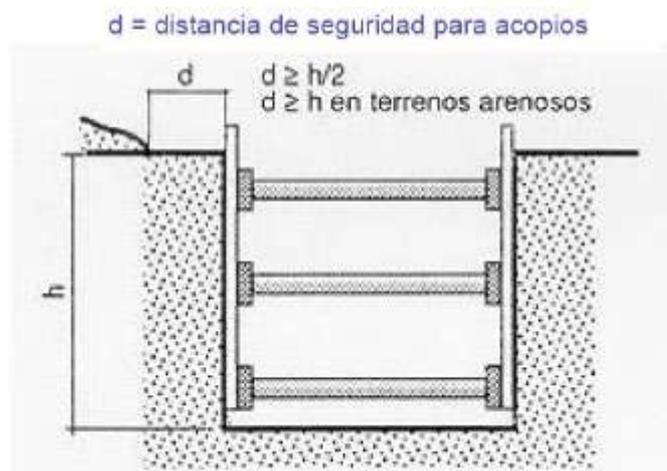
Por razones de seguridad no es recomendable hacer trabajar el entibado y sus puntales bajo un ángulo distinto de los 90°, siempre se debe tender al escalonamiento de las paredes de forma que todos los elementos trabajen formando un ángulo recto.

Cuando la excavación sea superior a 3,5 m de profundidad, la entibación se reforzará con madera más gruesa o reduciendo la separación de los codales y apuntalamiento.

En terrenos arenosos o sueltos con grava, la entibación será totalmente cerrada y los codales se colocarán a una distancia entre si no superior a 1,5 m. A igual distancia se colocarán los puntales tanto en vertical como en horizontal.

En terrenos arcillosos o compactos, la entibación podrá ser con separación entre tablas o tableros y los codales se colocarán a una distancia entre si no superior a 1,5 m. A igual distancia se colocarán los puntales tanto en vertical como en horizontal.

*Figura 2. Distancia de seguridad entibaciones*



Al comenzar una nueva jornada y/o después de una interrupción prolongada de los trabajos, se revisará el estado de la obra, antes de comenzar los trabajos.

Se comenzará el desentibado de abajo hacia arriba y el/los operarios se situarán en la zona entibada, observando las condiciones de estabilidad en que debe quedar en todo momento la obra.

Los materiales procedentes del desentibado se retirarán inmediatamente apilándolos fuera de la zona de trabajo.

Los clavos existentes en los materiales usados se remacharán o se extraerán, recogidos en recipientes adecuados a tal fin.

### 3.6.10 Trabajos de perforación dirigida

Para evitar caídas a los pozos de ataque y salida y fosas para el lodo de perforación (en caso de utilizarse) se realiza la señalización y vallado de los mismos. Ordenamiento de mangueras y cables para conseguir que las zonas de trabajo estén invadidas por dichos elementos.

La escasa profundidad y dimensión de los pozos minimizan el riesgo de desprendimientos.

Para evitar los accidentes en las maniobras de izado de cargas se dota a los operarios de cascos y se mantienen las normas generales de seguridad durante el manejo de cargas.

El riesgo de atrapamiento se minimiza por la propia configuración de la maquinaria, que mantiene alejado al operario de la zona peligrosa. Tan sólo personal calificado autorizado tiene acceso a las partes de rotación en el equipo de perforación.

Se dispondrán extintores en las proximidades de las zonas de trabajo.

Puestas a tierra necesarias e inspección de todos los elementos.

Las máquinas serán insonorizadas según normativa. Se realizará el mantenimiento preventivo de dicha insonorización.

Localizar las conducciones enterradas, próximas a la trayectoria de la hinca mediante planos y consultas previas a las compañías suministradoras. Utilizar detectores o realizar catas.

Las labores de perforación tan solo están permitidas mientras exista conexión radial activa entre el sitio donde se encuentra la máquina y la zona de preparación de la tubería. En el caso que la transmisión entre estos dos sitios se rompa, se detiene inmediatamente la perforación.

La permanencia en zonas de tránsito de vehículos será la mínima necesaria para la ejecución de los trabajos. En los momentos que sea necesaria la permanencia de personas en estas áreas, se procurará en todo momento que sean perfectamente visibles a los conductores mediante ropa reflectante homologada, y se hará uso de la señalización adecuada a la maniobra.

### 3.6.11 Trabajos en galerías de cables y cámaras de empalmes. Espacios confinados.

Antes del acceso a este tipo de infraestructuras se solicitará, al responsable de las mismas, permiso para entrar y que nos asegure una correcta ventilación antes y durante la realización de los trabajos. Si no es suficiente con la ventilación natural se establecerá ventilación forzada. En caso necesario, se dispondrá del equipo de respiración correspondiente, aunque como regla general no se realizarán los

trabajos si no se consiguen unas condiciones deseables en cuanto atmósfera a respirar y filtraciones de agua o suciedad.

Antes de entrar en recintos cerrados (Cámaras de empalmes y galerías) se comprobará mediante aparato de medida de gases inflamables y nivel de oxígeno la ausencia de atmósfera explosiva y que la concentración de oxígeno está entre el 19 y el 23 %. La disminución de concentración de oxígeno en el espacio del ambiente confinado, puede deberse, entre otras causas, al desplazamiento por otros gases y a trabajos realizados que consuman oxígeno (llamas).

El aparato de medida de gases se mantendrá en funcionamiento durante el trabajo, llevándolo encima el Jefe de trabajos o responsable de seguridad en obra.

En caso de saltar alguna de las alarmas prefijadas en el aparato de medida de gases, o por síntomas fisiológicos de malestar, indisposición, sensación de calor, etc., o como por cualquier otra causa que indique la propia experiencia, **el responsable ordenará la salida ordenada del recinto**, hasta que no se restablezcan y se aseguren unas condiciones seguras.

Queda terminantemente prohibido realizar trabajos de soldadura, accionar interruptores eléctricos o uso de tomas corriente, sino se ha comprobado previamente la ausencia de atmósfera explosiva.

Está prohibido fumar en las Zonas de Trabajo.

**Es obligatorio un control total desde el exterior** de las operaciones. El personal del interior debe estar en comunicación continua con el del exterior, utilizando para ello un sistema adecuado: visual, acústico, radiofónico, telefónico, etc. Se señalará en la boca de entrada o acceso la presencia de personal en el interior.

Antes de cerrar el acceso o entrada, se comprobará que no hay nadie en el interior.

### 3.6.12 Tendido de cables aislados

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°.

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 misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se 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.

El cabrestante se utilizará para tirar de los cables por medio de cables piloto auxiliares y estará accionado por un motor autónomo. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de un dinamómetro con objeto de controlar el esfuerzo de tiro en cada momento y de un mecanismo que interrumpa la tracción automáticamente cuando ésta sobrepase el esfuerzo programado. Antes del inicio de los trabajos de tendido, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado, debiendo elevar la bobina del orden de 0.1 a 0.15 m respecto del suelo para hacer posible el giro de la misma. Los pies de soporte del eje deberán estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación.

El dispositivo de frenado deberá ser reversible, poder actuar de cabrestante en caso de necesidad y disponer de dinamómetro. El cable al salir de la bobina se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades.

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.

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.

Estará terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden

provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

La tracción de tendido de los cables será como máximo del 60% de la máxima especificada por el fabricante y como mínimo la necesaria para que, venciendo la resistencia en la máquina de frenado, puedan desplegarse los cables, debiendo mantenerse constante durante el tendido de éstos.

La velocidad de tendido será del orden de 2.5 a 5 m por minuto y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

La unión del cable con el piloto se realizará por medio de un cabezal de tiro y manguito giratorio de modo que el esfuerzo de tiro se aplique directamente al conductor del cable.

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.

Con objeto de disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se podrá utilizar grasa neutra en la cubierta exterior del cable antes de introducirlo en el tubo.

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.

### 3.6.13 Montaje y utilización de andamios para montaje de equipos y botellas sobre apoyos terminales

Se deberá comprobar, por parte del responsable de la empresa contratista, o persona designada, que el montaje de los andamios es el correcto, comprobando mediante inspección visual:

- Protecciones colectivas
- Montaje completo en su totalidad.
- Ausencia de partes cortantes.
- Correcta estabilización.

Se deberá elaborar un Plan de Montaje del andamio o plataforma modular de trabajo.

Se deberá solicitar a la empresa responsable del montaje una Declaración de Conformidad con el Montaje de la estructura, que certifique su correcto montaje, y se atenderá en todo momento a lo en él descrito.

Queda totalmente prohibido el uso indebido del andamio, sobrecargarlo o manipularlo.

Cuando los operarios accedan por los distintos niveles del andamio la trampilla de acceso quedará totalmente cerrada.

Queda prohibido el tránsito en el andamio que no sea por las zonas habilitadas para ello tales como escaleras de acceso y niveles de trabajo preparados para ello.

### 3.6.14 Trabajos de hormigonado

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-25/B/25 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 6 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-25/B/25 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según los diferentes 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.

### 3.7 SEÑALIZACIONES

Las obras deben estar señalizadas mediante vallas. En particular, toda obra o material en la ruta, será anunciado por una señalización instalada a 150 metros como mínimo de sus extremos y conforme a lo establecido en el Código de la circulación.

El contorno de la obra precisará una señalización de posición.

Si debe ser interrumpida la circulación se colocará una persona provista de una banderola o disco rojo, en las cercanías de las vallas de señalización con el fin de indicar los puntos peligrosos. Durante la noche las banderolas rojas serán sustituidas por señales luminosas, las vallas serán bien visibles.

La aparatenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

### 3.8 ÚTILES Y HERRAMIENTAS

Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores. Las herramientas portátiles de accionamiento manual serán de clase III o de doble aislamiento. Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:

- Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250V.
- Las de otras características: 440 V.

En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:

- Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
- El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.

Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento accesibles. Para las herramientas de clase I, el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, para este conductor.

Cuando la herramienta está prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.

Las herramientas destinadas a servicio intermitente, deben llevar indicada la duración prevista para las paradas de funcionamiento.

Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos, llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración

Las lámparas eléctricas portátiles deben responder a las normas UNE 20-417 Y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de la clase II y la tensión de utilización no será superior de 250 V; siendo como máximo de 245V cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.

Todas las partes conductoras de los motores generadores, los rectificadores y los transformadores de las máquinas, estarán protegidas para evitar contactos accidentales con partes en tensión. Se conectarán los armazones a tierra.

### 3.9 MEDIDAS BÁSICAS DE PREVENCIÓN EN LOS TRABAJOS ELÉCTRICOS

Se atenderá a lo establecido en el R.D. 614/2001. Las maniobras la realizarán trabajadores autorizados.

No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal. Cuando se realicen trabajos sin tensión, se comprobará que se han aislado las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobará la ausencia de tensión con

verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.

Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas y electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos del elemento de seccionamiento estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

Cuando los elementos de seccionamientos estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los elementos de seccionamiento y el transformador.

En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de elementos de seccionamiento la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo conlleve la desconexión y el material de aquél ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.

En instalaciones de alta tensión, cuando la maniobra del dispositivo portafusible se realice a distancia, se utilizarán pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomarán medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre en cumplimiento del anexo II del RD 614/2001. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.

Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrar la previamente con el resguardo de protección.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión al primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

### 3.9.1 Trabajos en proximidad de tensión

Se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001 Anexo V referente a los trabajos en proximidad. Antes de iniciar los trabajos un trabajador cualificado determinará la viabilidad del trabajo. Se deberán adoptar las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo el número de elementos en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión mediante la colocación de pantallas,

barreras, envolventes, etc. Se deberá limitar eficazmente la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro y con el material adecuado. Se informará a los trabajadores de los riesgos existentes.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo.

### 3.9.2 Trabajos en tensión

Para realizar un trabajo en tensión, se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001-Anexo III.

Los Trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión. El método de trabajo y los equipos y los materiales deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto del suyo. Los equipos y los materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo.

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión deberá estar acreditada por un organismo homologado, esto es, provista del Carnet de Habilitación expedido por su empresa que acredite su capacitación y autorización para la ejecución de dichos trabajos. La habilitación del personal es el proceso de selección, formación teórica-práctica, pruebas de conocimientos y aptitudes y reconocimientos requeridos para la obtención del Carné de Habilitación.

La zona de trabajo deberá señalizarse y delimitarse adecuadamente. Las medidas preventivas deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables y el trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permite una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

Se atenderá a lo establecido en el R.D. 614/2001- Anexo IV.

Las maniobras locales y las mediciones ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores cualificados en AT, pudiendo ser éstos auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y los materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de los materiales.

### 3.9.3 En maniobras locales con interruptores o seccionadores

El método de trabajo empleado debe prever los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas.

En las mediciones, ensayos y verificaciones:

- En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones para evitar la alimentación intempestiva de la misma.
- Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior, se tomarán las precauciones para asegurar que:
  - La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
  - Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.
  - Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

## 3.10 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Se analiza a continuación los riesgos previsibles de las diferentes actividades de ejecución previstas, así como las medidas correctoras.

### 3.10.1 Identificación De Riesgos:

En cada fase de las obras a realizar se distinguen los siguientes riesgos:

*Manipulación de materiales, a mano y con medios mecánicos:*

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Sobreesfuerzos
- Ventilación
- Iluminación
- Carga Física

*Transporte de materiales en obra:*

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída de objetos

- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Ruidos
- Vibraciones
- Iluminación
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo

#### *Prefabricación y Montajes Mecánicos:*

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones
- Sobreesfuerzos
- Ruidos
- Vibraciones
- Radiaciones no ionizantes
- Iluminación
- Carga Física
- Carga Mental
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo.

#### *Trabajos eléctricos. Tendido de circuitos, conexiones, etc.:*

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones.
- Contactos eléctricos.
- Sobrecarga térmico
- Ruido
- Sobreesfuerzos

- Ventilación
- Iluminación
- Agentes químicos
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo.

## 3.10.2 Prevención y Protección frente a Riesgos

A continuación, se exponen las medidas correctoras y/o preventivas que deberán tomarse para cada riesgo identificado para las actividades que se desarrollen:

*Caída de personal al mismo nivel:*

- Caída por deficiencia del suelo:
  - Respetar y cumplir señalización
  - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
  - Comunicar, corregir deficiencias
  - Utilización de calzado adecuado
  - Mantener limpieza del lugar de trabajo.
- Caída por objetos, obstáculos:
  - Respetar y cumplir señalización
  - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
  - Comunicar, corregir deficiencias
  - Utilización de calzado adecuado
  - Mantener limpieza del lugar de trabajo.
- Caída por existencia de vertidos líquidos:
  - Respetar y cumplir señalización
  - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
  - Comunicar, corregir deficiencias
  - Utilización de calzado adecuado
  - Mantener limpieza del lugar de trabajo.
  - Contener el vertido de forma correcta.
- Caída por superficie deteriorada por agentes atmosféricos:
  - Respetar y cumplir señalización
  - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
  - Comunicar, corregir deficiencias
  - Utilización de calzado adecuado
  - Extremar las precauciones al trabajar en estas condiciones atmosféricas.
  - Posponer, si es posible, la realización del trabajo.
- Caída resbalones y tropezones por malos apoyos del pie:
  - Respetar y cumplir señalización
  - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
  - Comunicar, corregir deficiencias
  - Utilización de calzado adecuado.

## Caída de personal a distinto nivel:

- Caída por huecos:
  - Colocación de barandillas adecuadas
  - Comunicar, corregir deficiencias
  - Señalización de la zona.
  - Tener la iluminación adecuada
  - Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
  
- Caída desde escaleras portátiles:
  - Elección de la escalera adecuada al trabajo a efectuar
  - Verificación del buen estado de conservación y resistencia de todos los componentes.
  - Nunca serán prefabricadas provisionales en obra
  - No estarán pintadas, para ver mejor si sufren roturas parciales
  - Solo podrá estar subido en la escalera un operario
  - Mientras se encuentra un operario subido en la misma, otro aguantara la escalera por la base; este operario se puede sustituir si se amarra la escalera firmemente
  - A la hora de bajar no se saltará, se bajará hasta el último escalón.
  - La escalera sobresaldrá 1 metro aproximadamente sobre el plano a donde se debe ascender.
  - Si tiene más de 12 metros se amarrará por los 2 extremos.
  - El ascenso se hará de frente a la escalera y con las manos libres de objetos y agarrándose a los peldaños.
  - Si se trabaja por encima de 2 metros se utilizará arnés de seguridad, que se deberá anclar a un sitio diferente de la escalera.
  - Colocación correcta y estable de la escalera, regla de 1:4; 4 m de altura --> 1 m de separación.
  
- Caída desde escaleras fijas:
  - Mantener orden y limpieza
  - Tener iluminación adecuada
  - Comunicar, corregir deficiencias
  - Utilización de calzado adecuado.
  
- Caída desde andamios:
  - Todos los andamios y plataformas se construirán de estructura firme y sólida.
  - El suelo será plano y adecuado al peso que deba soportar, la anchura mínima será de 0,6 m y estará libre de obstáculos.
  - No se depositarán cargas innecesarias en los mismos.
  - Todos los andamios de más de 2 m de altura tendrán barandilla a 0,9 m con la suficiente rigidez, así como una barra intermedia y rodapiés a 0,15 m.
  - Si los andamios son móviles se deben poder frenar firmemente.
  - Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
  - Comunica y/o corregir las deficiencias detectadas
  
- Caída desde estructuras, pórticos de naves, puentes grúas:
  - Ascenso y descenso con medios y métodos seguros: escaleras adecuadas, etc.

- Estancia en el apoyo utilizando el cinturón de seguridad.
- Evitar posturas inestables.
- Utilización de sistema anticaídas.
- Inspección del estado de la torre, estructura, etc.
- Utilización del arnés de seguridad.
- Evitar posturas inestables.
- Utilizar escaleras en buen estado.
- Utilizar elementos de sujeción.

## Caída de objetos:

- Caída por manipulación manual de objetos y herramientas:
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
  - Señalización de la zona de trabajo.
  - No trabajar a diferentes niveles en la misma vertical, si es necesario se utilizaran medios sólidos de separación.
  - Tener los materiales necesarios para el trabajo dentro de recipientes adecuados.
  - Usar cuerda de servicio o poleas para subir o bajar materiales.
- Caída de elementos apilado:
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
  - Pequeños materiales en cajas.
  - Retirar materiales sin alterar estabilidad de los restantes.
  - Dispositivos de retención si fueran necesarios (redes, fundas, etc.).
  - No abusar en exceso del espacio existente.
- Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores:
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
  - Señalización de la zona de trabajo.
  - Solo se utilizarán aparatos elevadores por personal especializado.
  - Nunca se permanecerá debajo de la carga.
  - Adecuar los accesorios (eslingas, ganchos, etc.) a las características de la carga.

## Choques y golpes:

- Choque contra objetos móviles y fijos:
  - Utilizar la ropa de trabajo adecuada.
  - Utilizar el casco de seguridad.
  - Utilizar el calzado adecuado.
  - Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
  - Tener iluminación adecuada.
  - Respetar la señalización.
- Choque contra herramientas u otros objetos:
  - Utilizar la ropa de trabajo adecuada.

- Utilizar el casco de seguridad.
- Utilizar el calzado adecuado.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
- Tener iluminación adecuada.
- Utilizar guantes de protección.

## *Maquinaria automotriz y vehículos:*

- **Atropello a peatones:**
  - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Tener iluminación adecuada.
  - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
  - Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, ...).
  - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
  - Desplazarse por lugares indicados para ello.
  - Precaución con pasos y accesos a garajes, naves, oficinas, etc.
- **Golpes y choques entre vehículos:**
  - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Tener iluminación adecuada.
  - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
  - Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, ...).
  - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
  - Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
  - Evitar la fatiga y el sueño.
  - Adoptar la velocidad adecuada.
- **Golpes y choques contra elementos fijos:**
  - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Tener iluminación adecuada.
  - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
  - Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, ...).
  - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
  - Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
  - Evitar la fatiga y el sueño.
  - Adoptar la velocidad adecuada.
- **Vuelco de vehículos:**
  - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Tener iluminación adecuada.
  - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.

- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, ...).
  - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
  - Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
  - Evitar la fatiga y el sueño.
  - Adoptar la velocidad adecuada.
- Caída de cargas
    - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
    - Respetar y cumplir las señalizaciones.
    - Tener iluminación adecuada.
    - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
    - Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, ...).
    - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
    - Colocar adecuadamente la carga (no sobrecargar, bien sujeta, estable y centrada).

#### Atrapamientos:

- Atrapamientos por herramientas manuales:
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Tener la iluminación adecuada.
  - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
  - Utilizar el casco adecuado.
  - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
  - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
  - No tocar partes en movimiento.
- Atrapamientos por herramientas portátiles eléctricas
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Tener la iluminación adecuada.
  - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
  - Utilizar el casco adecuado.
  - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
  - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
  - No tocar partes en movimiento.
  - Transportar la herramienta desconectada hasta el lugar de trabajo.
  - Los elementos móviles estarán protegidos.
- Atrapamientos por objetos:
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Tener la iluminación adecuada.
  - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
  - Utilizar el casco adecuado.
  - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
  - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
  - No tocar partes en movimiento.
  - Nunca trabajar debajo de objetos que no estén estables.

- Atrapamientos por mecanismos móviles:
  - Respetar y cumplir las señalizaciones.
  - Tener la iluminación adecuada.
  - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
  - Utilizar el casco adecuado.
  - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
  - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto.
  - No tocar partes en movimiento.
  - Los elementos móviles estarán protegidos.
  - Respetar distancias entre máquina y zonas de paso.
  - Procurar trabajar en espacios amplios.

## Cortes:

- Corte por herramientas portátiles eléctricas:
  - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
  - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
  - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
  - Utilizar guantes de protección mecánica.
  - Utilizar casco de seguridad.
  - Utilizar ropa adecuada de manga larga.
  - Utilizar calzado especial.
- Corte por herramientas manuales:
  - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
  - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
  - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
  - Utilizar guantes de protección mecánica.
  - Utilizar casco de seguridad.
  - Utilizar ropa adecuada de manga larga.
  - Utilizar calzado especial.
- Corte por máquinas fijas:
  - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
  - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
  - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
  - Utilizar guantes de protección mecánica.
  - Utilizar casco de seguridad.
  - Utilizar ropa adecuada de manga larga.
  - Utilizar calzado especial.
- Corte por objetos superficiales:
  - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
  - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
  - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
  - Utilizar guantes de protección mecánica.
  - Utilizar casco de seguridad.
  - Utilizar ropa adecuada de manga larga.

- Utilizar calzado especial.
- Corte por objetos punzantes:
  - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
  - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
  - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
  - Utilizar guantes de protección mecánica.
  - Utilizar casco de seguridad.
  - Utilizar ropa adecuada de manga larga.
  - Utilizar calzado especial.

#### Proyecciones:

- Impactos por fragmentos o partícula sólidas:
  - Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados.
  - Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones.
  - Delimitar o señalizar la zona donde se puedan producir proyecciones
  - Utilizar gafas o pantalla facial.
  - Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga
  - Utilizar casco de protección.
- Proyecciones líquidas:
  - Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados.
  - Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones.
  - Delimitar o señalizar la zona donde se puedan producir proyecciones
  - Utilizar gafas o pantalla facial.
  - Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga
  - Utilizar casco de protección.

#### Contactos térmicos:

- Contactos con fluidos, proyecciones o sustancias calientes/frías:
  - Aislar térmicamente las partes susceptibles de producir quemaduras por contacto, delimitar o señalizar estas partes, de no ser posible su aislamiento térmico. Utilizar guantes de protección térmica o mecánica.
  - Utilizar casco de protección.
  - Utilizar ropa de trabajo de características térmicas u otras características adecuadas.
- Contactos químicos:
  - Disponer los productos químicos en recipientes adecuados y etiquetados en lugares separados.
  - Delimitar y separar las zonas donde pueda existir productos químicos.

- Utilizar guantes, ropa de trabajo, calzado, casco, protección ocular o facial y protección respiratoria, según proceda, de características adecuadas.

## Contactos eléctricos:

- Contactos directos:
  - EN LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS
    - Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.
    - Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
    - Disponer de protecciones en todas las líneas en derivación con baja tensión
    - Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.
    - Deberán estar fabricados, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
    - Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
    - Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad (0.03 A).
    - Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitara que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
    - Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
    - En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.
  - PARA TRABAJOS EN INSTALACIONES SIN TENSIÓN
    - Formar e informar a los trabajadores.
    - Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
    - Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados.
    - Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
    - Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes.
    - Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación.
- Contactos indirectos:
  - EN LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS
    - Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.
    - Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
    - Disponer de protecciones en todas las líneas en derivación con baja tensión
    - Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.

- Deberán estar fabricados, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
- Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
- Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad (0.03 A).
- Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitara que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
- Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
- En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.
- **PARA TRABAJOS EN INSTALACIONES SIN TENSIÓN.**
  - Formar e informar a los trabajadores.
  - Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
  - Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados.
  - Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
  - Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes.
  - Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación.

#### *Sobreesfuerzos:*

- Sobreesfuerzos al tirar o empujar objetos:
  - Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
  - Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
  - Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.
- Sobreesfuerzos por uso de herramientas:
  - Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
  - Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
  - Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.
- Sobreesfuerzos al levantar, manipular o sostener cargas:
  - Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
  - Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
  - Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.

#### *Agresión animal:*

- Insectos:
  - Vestir la ropa de trabajo correcta.

- En caso de existencia de insectos, procurar no realizar el trabajo en las horas de mayor insolación.
- Utilizar repelentes o insecticidas.
- Ataque de perros:
  - Utilizar dispositivos para ahuyentarlos.
  - No realizar movimientos bruscos en su presencia.
  - Si es necesario, protegerse en el vehículo o habitáculos.
- Agresión por otros animales:
  - Acudir al servicio de asistencia médica más próximo.

#### *Sobrecarga térmica:*

- Exposiciones prolongadas al calor:
  - Planificar el trabajo para no trabajar en las horas de mayor insolación.
  - Utilizar ropa de trabajo correcta.
  - Tener la cabeza cubierta.
  - Beber agua regularmente.
  - Si fuese necesario trabajar a turno.
- Estrés térmico:
  - Cuando se deba trabajar en estas condiciones se debe controlar la sudoración.
  - Beber agua frecuentemente.
  - Tener previsto el consumo de pastillas de sal.
  - Se deberán utilizar procedimientos de trabajo, controlando si es necesario el tiempo de exposición.

#### *Ruido:*

- Utilización de los elementos de protección si se sobrepasan los límites reglamentarios (orejeras, tapones etc.).
- Utilizar maquinaria de bajo nivel sonoro.
- En caso necesario reducir el tiempo de exposición.

#### *Vibraciones:*

- Utilizar maquinaria de bajo nivel de vibración.
- Utilizar manguitos antivibratorios o "silent-blocks" en máquinas.
- Utilizar protecciones personales en brazos y piernas.

#### *Ventilación:*

- Ventilación ambiental insuficiente:
  - Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
  - Prever la necesidad de ventilación forzada.

- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.
  
- Ventilación Excesiva:
  - Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
  - Prever la necesidad de ventilación forzada.
  - Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
  - Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
  - Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
  - Se trabajará con equipos autónomos de respiración.
  
- Condiciones de ventilación especial:
  - Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
  - Prever la necesidad de ventilación forzada.
  - Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
  - Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
  - Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
  - Se trabajará con equipos autónomos de respiración.
  
- Atmosferas bajas en oxígeno:
  - Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
  - Prever la necesidad de ventilación forzada.
  - Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
  - Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
  - Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
  - Se trabajará con equipos autónomos de respiración.

## *Iluminación:*

- Iluminación insuficiente:
  - Tener prevista la iluminación adicional o de socorro, en función de la zona (24 V, antideflagrantes, etc.).
  - Modificar el tipo de lámparas.
  - Actuar sobre la superficie reflejante.
  
- Deslumbramientos y reflejos:
  - Tener prevista la iluminación adicional o de socorro, en función de la zona (24 V, antideflagrantes, etc.).

- Modificar el tipo de lámparas.
- Actuar sobre la superficie reflejante

## Agentes químicos:

- Exposición a sustancias asfixiantes:
  - Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
  - Utilizar los equipos de respiración autónomos.
  - Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
  - Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
  - Comprobar calidad del aire.
  - Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.
- Exposición a atmósferas contaminantes:
  - Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
  - Utilizar los equipos de respiración autónomos.
  - Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
  - Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
  - Comprobar calidad del aire.
  - Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.
- Exposición a sustancias tóxicas:
  - Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
  - Utilizar los equipos de respiración autónomos.
  - Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
  - Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
  - Comprobar calidad del aire.
  - Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.

## Carga física:

- Movimiento repetitivo:
  - Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
  - Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
  - Se mantendrá la son de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.
- Carga estática y postural:
  - Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
  - Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
  - Se mantendrá la son de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

- **Carga dinámica:**
  - Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
  - Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
  - Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.
- **Cargas climáticas exteriores:**
  - Se utilizarán las prendas de trabajo adecuadas en función del clima.

#### *Carga mental:*

- **Distribución del tiempo:**
  - Se organizará el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones.
  - Destinar al personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada.
  - En trabajos monótonos o repetitivos, organizar el trabajo de modo a establecer la variación de funciones máxima posible.
  - Establecer medidas que permitan comunicarse a trabajadores aislados.
  - Organización del trabajo adecuado a las horas y turnos.
- **Atención-Complejidad:**
  - Se organizará el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones.
  - Destinar al personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada.
  - En trabajos monótonos o repetitivos, organizar el trabajo de modo a establecer la variación de funciones máxima posible.
  - Establecer medidas que permitan comunicarse a trabajadores aislados.
  - Organización del trabajo adecuado a las horas y turnos.

#### *Condiciones ambientales:*

- **Iluminación del puesto de trabajo:**
  - Tener prevista la iluminación adicional en función de la zona.
- **Ventilación / Calidad del aire:**
  - En caso de mala ventilación, se debe trabajar con ventilación forzada.
- **Humedad / Temperatura:**
  - Se mantendrá una buena ventilación de la zona de trabajo.
- **Ruido molesto:**
  - Si es posible, aislar la fuente productora de ruido.

#### *Configuración del puesto:*

- **Espacios de trabajo:**
  - Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos.

- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
- Retirar los equipos innecesarios.
- Distribución de equipos:
  - Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos.
  - Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
  - Retirar los equipos innecesarios.

## 3.11 MÁQUINAS Y EQUIPOS

Relación de maquinaria y medios que presentan una atención especial:

- Camión grúa.
- Camión
- Buldócer.
- Retroexcavadora.
- Motovolquetes y carretillas elevadoras.
- Herramientas manuales en general.
- Equipos y herramientas eléctricas.
- Andamios y escaleras.

### 3.11.1 Camión Grúa

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.

Actuaciones preventivas:

- Serán revisados antes de su uso, las eslingas, bragas, estrobos, etc., para comprobar su perfecto estado.
- Los ganchos de cuelgues estarán dotados de pestillo de seguridad.
- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud, en su defecto de calcular, el peso de la carga que se deba levantar.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión del brazo.
- El gruista mantendrá siempre la carga a la vista, en el caso de maniobras sin visibilidad serán dirigidas por un señalista.
- Queda prohibido levantar más de una carga a la vez.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con la grúa.

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa, no estarán sometidos a otro esfuerzo que sea el de su propio peso.
- El operador no desplazará la carga por encima del personal.
- El operador evitará oscilaciones pendulares de la carga para lo cual la carga será guiada mediante cuerdas atadas a la misma.
- Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de acción de la grúa.
- Queda prohibido que el operador abandone la grúa con cargas suspendidas

Protecciones personales.

El personal llevará en todo momento:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de seguridad.

Protecciones colectivas.

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- La carga será guiada mediante cuerdas, en ningún momento se sujetará la carga con las manos mientras esta izada.

## 3.11.2 Camión

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.
- Atropellos.

Actuaciones preventivas:

- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con el camión.
- Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de giro del ángulo muerto del camión.
- Queda prohibido que el operador abandone el camión con llaves.

Protecciones personales.

El personal llevará en todo momento:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de seguridad.

## Protecciones colectivas.

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina ni en la línea de desplazamiento.

### 3.11.3 Máquinas de movimiento de tierras

#### Riesgos más frecuentes.

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Atropello
- Aplastamientos
- Ruidos
- Vibraciones
- Golpes por la manivela de puesta en marcha.
- Vuelco de vehículo.

#### Actuaciones Preventivas.

- Se combinarán los trabajos con personal señalista.
- Se señalizarán las zonas de trabajo de máquinas.
- Se señalizará y se establecerá un fuerte tope de fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dumpers debe verter su contenido (rollo de cables, tubos, etc.).
- Se señalizarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por las máquinas de movimiento de tierras o carretillas elevadora.
- Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 km/h, tanto en el interior como en el exterior de la obra.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el PMA de la máquina.
- Se prohíbe el "colmo" de las cargas que impida la correcta visión del conductor.
- Queda prohibido el transporte de personas sobre el dumpers o carretillas elevadoras (para esta norma, se establece la excepción debida a aquellos dumpers o carretillas elevadoras dotados de trasportín para estos menesteres).
- El remonte de pendientes bajo carga se efectuará siempre en marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelco.
- El operador no desplazara la carga por encima del personal con la carretilla elevadora.

#### Protecciones individuales.

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de seguridad.

## Protecciones colectivas.

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descargar el cajón, pala, volquete siempre estarán bloqueadas las ruedas delanteras, mediante tablón, calzos hidráulicos o similar y con la marcha atrás.
- No soportará cargas mayores de lo establecido en su P.M.A.

### 3.11.4 Medios Auxiliares. Herramientas de mano y eléctricas

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Herramientas manuales en general
- Pistola fija-clavos
- Taladradora portátil

#### *Herramientas manuales en general*

Características generales que se deben cumplir:

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.

Instrucciones generales para su manejo

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.

- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

## Riesgos más frecuentes:

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

## Actuaciones preventivas

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Cualquier defecto o anomalía será comunicado lo antes posible.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

## Medidas preventivas específicas

### Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

### Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza. No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna. No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.

- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

## Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar. Se evitará su uso como martillo.

## Destornilladores

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos. Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas. No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo. No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

## Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa. Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

## Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillar, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca. Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

## Pistola Fija-Clavos

### Riesgos más frecuentes

- Golpes en las manos y los pies.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Descargas eléctricas.

- Exposiciones al ruido.

## Actuaciones preventivas

- El personal dedicado al uso de la pistola fija-clavos, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por impericia.
- En ningún caso debe dispararse sobre superficies irregulares, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- En ningún caso debe intentarse realizar disparos inclinados, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- Antes de dar un disparo, cerciódese de que no hay nadie al otro lado del objeto donde dispara.
- Antes de disparar debe comprobarse que el protector está en posición correcta.
- No debe intentarse realizar disparos cerca de las aristas.
- No debe dispararse apoyado sobre objetos inestables.
- El operario que utilice la pistola fija-clavos deberá usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo, botas de cuero de seguridad, auriculares, gafas anti impactos y cinturón de seguridad si lo precisarán.

## Protecciones personales

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Gafas de protección contra impactos.
- Guantes de seguridad.

## Taladradora portátil

### Riesgos más frecuentes

- Golpes en las manos y los pies.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Descargas eléctricas.
- Exposiciones al ruido.

### Actuaciones Preventivas

- El personal dedicado al uso de la taladradora portátil, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por pericia. Debe comprobarse que el aparato no carezca de alguna de las piezas de su carcasa de protección, en caso de deficiencia no debe utilizarse hasta que esté completamente restituido.

- Antes de su utilización debe comprobarse el buen estado del cable y de la clavija de conexión, en caso de observar alguna deficiencia debe devolverse la máquina para que sea reparada.
- Deben evitarse los recalentamientos del motor y las brocas.
- No debe intentarse realizar taladros inclinados, puede fracturar la broca y producir lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilando alrededor de la broca, puede fracturarse la broca y producir serias lesiones.
- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille.
- La conexión y el suministro eléctrico a los taladros portátiles se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotado de las correspondientes protecciones.
- Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

## Protecciones personales.

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad.
- Gafas de protección contra impactos.
- Guantes de seguridad.

## 3.12 ACTUACIONES DE EMERGENCIA

Las contratistas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.

El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Estas direcciones y teléfonos deberán figurar en lugar o lugares visibles en la obra.

### 3.12.1 En caso de evacuación

Cuando el responsable del centro de trabajo determine la evacuación de la zona de trabajo ante una situación de emergencia, debe hacerse lo antes posible, manteniendo la calma y siguiendo las instrucciones del personal encargado de dirigir la evacuación.

En aquellas instalaciones que cuenten con un Estudio de emergencia y evacuación, existen puntos de encuentro donde deben concentrarse todos los ocupantes.

Durante la evacuación de una zona de trabajo se debe acudir al punto de encuentro; debiendo concentrarse los empleados en un punto que permita el recuento y la confirmación de que nadie se ha quedado en la zona de peligro. En caso de no conocer este punto de encuentro, se deberá elegir el "*lugar suficientemente seguro*" más cercano a la entrada principal de la instalación.

"Como lugar suficientemente seguro se debe considerar, en general el espacio abierto exterior público o privado, capaz de garantizar el libre desplazamiento de las personas y la recepción de ayudas exteriores. "

Si Vd. descubre un fuego use un extintor si sabe manejarlo. Avise antes a otras personas. Nunca actúe sólo. En caso de que siga el fuego abandone el lugar.

Si no se encuentra solo, comunique la situación de emergencia al responsable del centro de trabajo. En caso que se ordene la evacuación:

- No pierda tiempo en recoger objetos ni prendas de valor.
- Salga de la instalación por la salida más próxima.
- Evite la propagación del humo y de las llamas apartando los combustibles.
- Sin correr diríjase al punto de encuentro establecido.
- Siga en todo momento las instrucciones de la persona que está al mando.
- No abandone nunca el punto de encuentro hasta que los responsables de la emergencia sepan que se encuentra a salvo. Evitará que le busquen peligrosamente en el interior de la zona de peligro.

### 3.12.2 En caso de accidente

Evite que el accidente se propague y que alcance a otras personas (incluidos usted mismo). Proteja al accidentado, sin perder de vista el entorno que rodea el lugar de accidente.

Ha de retirarse al accidentado ante peligro de derrumbamientos o en calzadas con paso de vehículos, procure señalar el lugar del accidente.

En función de la gravedad y distancia:

- Acudir al Servicio Médico de su Empresa.
- Al Centro asistencial más cercano.
- Al Hospital más próximo.
- Posible petición de ayuda a los Servicios de Urgencia Especializados, ambulancias, bomberos, policía, protección civil:
  - La llamada telefónica debe realizarse conforme a unas normas previamente preparadas revisadas periódicamente.
  - Ha de disponerse de una lista actualizada con los teléfonos de los Servicio de emergencia.
- En la llamada indique:
  - La gravedad del accidente, cuántas personas están implicadas y cuando se ha producido.
  - La situación exacta del accidente y la mejor vía de acceso.

Adecuar el terreno para una posible cura de urgencia, si es posible sin mover al accidentado, disponer a mano de un botiquín de urgencias.

Procurar comodidad al accidentado y una postura correcta para que respire de forma cómoda. Atención especial a las llamadas CONSTANTES VITALES, respiración y pulso, auxiliando a los diversos accidentados por orden de gravedad.

Si la situación se ha estacionado arropar al accidentado, procurarle compañía y afecto y esperar la llegada de los equipos sanitarios

Avisar a los responsables de la instalación y/o al Servicio de Vigilancia, si lo hubiere, de todas las anomalías que detecte y que, *a su Juicio*, puedan originar un incendio, o cualquier otra situación de emergencia.

### 3.12.3 Frente al riesgo eléctrico

Mantenga limpio y en orden el puesto de trabajo.

No acumular materiales, papeles, prendas de vestir, u otros objetos, sobre las máquinas en funcionamiento o sobre los radiadores.

No sobrecargar las líneas eléctricas. Atención al empleo de derivaciones y enchufes múltiples. Comprobar la tensión de los nuevos receptores antes de conectarse a la red.

No puentear los diferenciales.

Desconectar los aparatos a su cargo al abandonar el puesto de trabajo.

Todas las personas que intervienen en la ejecución de trabajos deben ser informadas de los riesgos existentes por la proximidad a circuitos eléctricos y las formas de eliminarlos o protegerse. Se darán a conocer las distancias de seguridad a respetar y las medidas adecuadas de protección, así como la conducta que debe seguirse en el caso de producirse un accidente.

El contacto con un circuito eléctrico provoca, generalmente, el disparo de los dispositivos de corte de corriente y si así ocurre, la tensión automáticamente será restablecida en un período de tiempo muy breve. Por ello, debe avisarse inmediatamente al personal de mantenimiento cuando ocurra un contacto.

No se debe tocar a las personas en contacto con un circuito eléctrico. Se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

La instalación eléctrica y los equipos deberán ser conformes con las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión indicadas en la reglamentación electrotécnica.

### 3.12.4 Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión

- Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos; para el/lo se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda

formarse, una atmósfera explosiva. En tal caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones en tensión, salvo si se efectúan en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan con la normativa específica aplicable.

- Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los medios y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se desconectarán las partes de la instalación que puedan verse afectadas, salvo que sea necesario dejarlas en tensión para actuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente más graves que los que pueden derivarse del propio incendio.
- Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

### 3.12.5 Electricidad estática

- En todo lugar o proceso donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente, la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. A tal efecto, deberán ser objeto de una especial atención:
- Los procesos donde se produzca una fricción continuada de materiales aislantes o aislados.
- Los procesos donde se produzca una vaporización o pulverización y el almacenamiento, transporte o trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular, cuando se trate de sustancias inflamables.
- Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas deberá tomarse alguna de las siguientes medidas, o combinación de las mismas, según las posibilidades y circunstancias específicas de cada caso:
- Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
- Evitar, en lo posible, los procesos que produzcan pulverización, aspersión o caída libre.
- Utilización de materiales antiestáticos (poleas, moquetas, calzado, etc.) o aumento de su conductividad (por incremento de la humedad relativa, uso de aditivos o cualquier otro medio).
- Conexión a tierra, y entre sí cuando sea necesario, de los materiales susceptibles de adquirir carga, en especial, de los conductores o elementos metálicos aislados.
- Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas. En este caso la instalación no deberá exponer a los trabajadores a radiaciones peligrosas.
- Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.

### 3.13 LIBRO DE INCIDENCIAS.

Durante la realización de las obras se hará uso del LIBRO DE INCIDENCIAS, según lo dispuesto en el artículo 13 del R.D. 1627/1998.

## 4 PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

### 4.1 OBJETO

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en el documento MEMORIA del presente Estudio, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

### 4.2 DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual
- R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Anexo IV.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el R.D.39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- 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.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D.39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D.1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

## 4.3 CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Condiciones técnicas particulares de seguridad y salud, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, de la Empresa como Contratista adjudicatario del proyecto de, con respecto a este Estudio de Seguridad y Salud.
- Concretar la calidad de la prevención decidida.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en los casos determinados por el proyecto constructivo y exponer las normas preventivas que son propias de la Empresa.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la prevención decidida y su administración.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo eso con el objetivo global de conseguir la obra, sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud, y que han de entenderse como a transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

## 4.4 OBLIGACIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

- El R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4, Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16, Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16 y Trabajadores Autónomos en el Artículo 12.
- El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del Proyecto de Ejecución de Obra.
- Asimismo, se abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

- El Promotor vendrá obligado a abonar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra los honorarios devengados en concepto de aprobación del Plan de Seguridad y Salud, así como los de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.
- El R.D. 1627/1997 indica que cada contratista debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- El Plan de Seguridad y Salud que analice, estudie, desarrolle y complemente este Estudio de Seguridad y Salud constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrán implicar disminución del importe total ni de los niveles de protección. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.
- La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.
- Para aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.
- La definición de estos Servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y R.D. 39/1997 de 17 de enero.
- El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha Ley.
- El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Los trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención ateniéndose a los Artículos 35 y 36 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

## 4.5 SEGUROS

### 4.5.1 Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

## 4.6 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

### 4.6.1 Coordinador de Seguridad y Salud

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E. -Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles-. El R.D.1627/1997 de 24 de Octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el artículo 3 del R.D. 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.

En el artículo 8 del R.D. 1627/1997 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

### 4.6.2 Obligaciones en relación con la seguridad

La Empresa contratista con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las obligaciones de Seguridad y Salud, y que son de señalar las siguientes:

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente.
- Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de la obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego.

- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz.
- Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria.
- Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerles en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos.
- Establecer un riguroso control y seguimiento en obra de aquellos trabajadores menores de 18 años.
- Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.
- Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral.
- Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral.
- Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma.
- Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente.
- Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras.

### 4.6.3 Estudio y Estudio Básico

Los Artículos 5 y 6 del R.D. 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados.

### 4.6.4 Información y formación

La Empresa contratista queda obligada a transmitir las informaciones necesarias a todo el personal que intervenga en la obra, con el objetivo de que todos los trabajadores de la misma tengan un conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a adoptar en determinadas maniobras, y del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Independientemente de la información de tipo convencional que reciban los trabajadores, la Empresa les transmitirá la información específica necesaria, mediante cursos de formación que tendrán los siguientes objetivos:

- Conocer los contenidos preventivos del Plan de Seguridad y Salud.
- Comprender y aceptar su aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

## 4.6.5 Accidente Laboral

### Actuaciones

Actuaciones a seguir en caso de accidente laboral:

- El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.
- En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:
  - El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
  - En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.
  - En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.
  - Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

### Comunicaciones

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

- Accidente leve.
  - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
  - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
  - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.
- Accidente grave.
  - Al Coordinador de seguridad y salud.
  - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
  - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.
- Accidente mortal.
  - Al Juzgado de Guardia.
  - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
  - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
  - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

## Actuaciones administrativas

Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral:

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- Accidente sin baja laboral.
  - Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.
- Accidente con baja laboral.
  - Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.
  - Accidente grave, muy grave o mortal.
- Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente.

### 4.6.6 Aprobación Certificaciones

- El Coordinador en materia de seguridad y salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la Propiedad para su abono.
- Una vez al mes el Contratista extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad y Salud se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

### 4.6.7 Precios Contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios

contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.

#### 4.6.8 Libro Incidencias

El Artículo 13 del R.D.1627/97 regula las funciones de este documento.

Dicho libro será habilitado y facilitado al efecto por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o en su caso del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Las hojas deberán ser presentadas en la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, por la Dirección Facultativa en el plazo de veinticuatro horas desde la fecha de la anotación. Las anotaciones podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la obra, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Las anotaciones estarán, únicamente relacionadas con el control y seguimiento y especialmente con la inobservancia de las medidas, instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en los Planes de Seguridad y Salud respectivos.

#### 4.6.9 Libro De Órdenes

Las órdenes de Seguridad y Salud, se recibirán de la Dirección de Obra, a través de la utilización del Libro de Órdenes y Asistencias de la obra. Las anotaciones aquí expuestas, tienen categoría de órdenes o comentarios necesarios para la ejecución de la obra.

#### 4.6.10 Paralización De Trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la ley de prevención de riesgos laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1º del R.D.1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

## 4.7 DISPOSICIONES TÉCNICAS

### 4.7.1 Servicios De Higiene Y Bienestar

La Empresa pondrá conforme se especifica en la Memoria, una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- No se prevé la colocación los servicios de comedor, vestuarios y duchas, debido a que el edificio objeto de estudio está dotado de éstos. A su vez se exime de la obligación de dichas dotaciones, pudiendo en todo momento ser atendido los operarios de las obras por los servicios de hostelería propios de la citada ciudad.
- La empresa se compromete a que estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- No se prevé la colocación en la obra de contenedores para recogida de las basuras y desperdicios que periódicamente se llevarán a un basurero controlado.
- La conexión de estas Casetas de Obra al servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.
- La conexión del servicio de agua potable, se realizará a la cañería del suministro provisional de Obras.

### 4.7.2 Equipos De Protección Individual

- El R.D. 773/1997, de 30 de mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPI's).
- Los EPI's deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.
- El Anexo III del R.D. 773/1997 relaciona una -Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual.

El Anexo I del R.D. 773/1997 detalla una Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual.

En el Anexo IV del R.D. 773/1997 se relacionan las indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual.

El R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, establece las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de protección individual (EPI's), el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este Real Decreto, y el control por el fabricante de los EPI's fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este Real Decreto.

El R.D. 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de Presidencia. Seguridad e Higiene en el Trabajo - Comunidad Europea, modifica algunos artículos del R.D.1407/1992.

Respecto a los medios de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados, se deberán de cumplir las siguientes condiciones:

Las protecciones individuales deberán estar homologadas.

- Tendrán la marca CE.
- Si no existe en el mercado un determinado equipo de protección individual que tenga la marca CE, se admitirán los siguientes supuestos:
  - Que tenga la homologación MT.
  - Que tenga una homologación equivalente, de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea.
  - Si no existe la homologación descrita en el punto anterior, será admitida una homologación equivalente existente en los Estados Unidos de Norte América.
- De no cumplirse en cadena, ninguno de los tres supuestos anteriores, se entenderá que el equipo de protección individual está expresamente prohibido para su uso en esta obra.

Los equipos de protección individual que cumplan las indicaciones del apartado anterior, tienen autorizado su uso durante el periodo de vigencia.

- De entre los equipos autorizados, se utilizarán los más cómodos y operativos, con la finalidad de evitar las negativas a su uso por parte de los trabajadores.
- Se investigarán los abandonos de los equipos de protección, con la finalidad de razonar con el usuario y hacer que se den cuenta de la importancia que realmente tienen para ellos.
- Cualquier equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será sustituido inmediatamente, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio, así como el Nombre de la Empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Una vez los equipos hayan llegado a su fecha de caducidad se dejarán en un acopio ordenado, que será revisado por la Dirección de obra para que autorice su eliminación de la obra.

## 4.7.3 Equipos De Protección Colectiva

El R.D. 1627/97, de 24 de Octubre, en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

## 4.7.4 Señalización

### 4.7.4.1 Señalización de riesgos en el trabajo

- Esta señalización cumplirá con el contenido del R.D. 485 de 14 de abril de 1.997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de Noviembre de 1.995 de prevención de riesgos laborales.

### 4.7.4.2 Señalización vial

Esta señalización cumplirá con el nuevo Código de Circulación- y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

### 4.7.4.3 Características técnicas

Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

#### *Montaje de las señales*

- Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.
- Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontraran con esta actividad circulen confiadamente, por tanto, es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

## Protecciones durante la colocación de la señalización.

- Los operarios que realicen este trabajo, tendrán que ir equipados con el siguiente material:
  - Ropa de trabajo con franjas reflectantes.
  - Guantes.
  - Botas de seguridad.
  - Casco de seguridad.

## 4.7.5 Útiles Y Herramientas Portátiles

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 94 a 99.
- El R.D.1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Los Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.

## Maquinaria

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971, regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 100 a 124.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, R.D.2291/1985, de 8 de noviembre (Grúas torre).
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989.
- Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas, R.D.1595/1986, de 26 de mayo, modificado por el R.D.830/1991 de 24 de mayo.
- Aplicación de la Directiva del Consejo 89-392-CEE, R.D.1435/1992, de 27 de noviembre, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- R.D.842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.

## 4.7.6 Instalaciones provisionales

- Se atenderán a lo dispuesto en el R.D.1627/1997, de 24 de Octubre, en su Anexo IV.
- El R.D.486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden de 9 de marzo de 1971, regula sus características y condiciones en los siguientes artículos:

## Instalación eléctrica

- La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. R.D. 842/2002, de 2 de Agosto- y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.
- El calibre o sección del cableado serán de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 ó UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.
- Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según UNE 21.027 ó UNE 21.031, y aptos para servicios móviles.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Su instalación será conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Se señalará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tablonos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del -paso eléctrico- a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm.; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.
- Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.
- Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:
  - Azul claro: Para el conductor neutro.
  - Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.
  - Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase.
- En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.
- Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos, así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, teniendo en cuenta:
  - Medidas de protección contra contactos directos:

- Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes.
- Medidas de protección contra contactos indirectos:
  - Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna o 60 V en corriente continua.
- Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.
- Artículos 71 a 82: Prevención y Extinción de incendios.
- Artículo 43: Instalaciones Sanitarias de Urgencia.

#### *Instalaciones provisionales para los trabajadores.*

La Empresa contratista pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- Vestuario que dispondrá de percheros, sillas y calefacción.
- Servicios higiénicos que dispondrán de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

## 4.8 DISPOSICIONES ECONÓMICAS ADMINISTRATIVAS

### 4.8.1 Condiciones para Obras

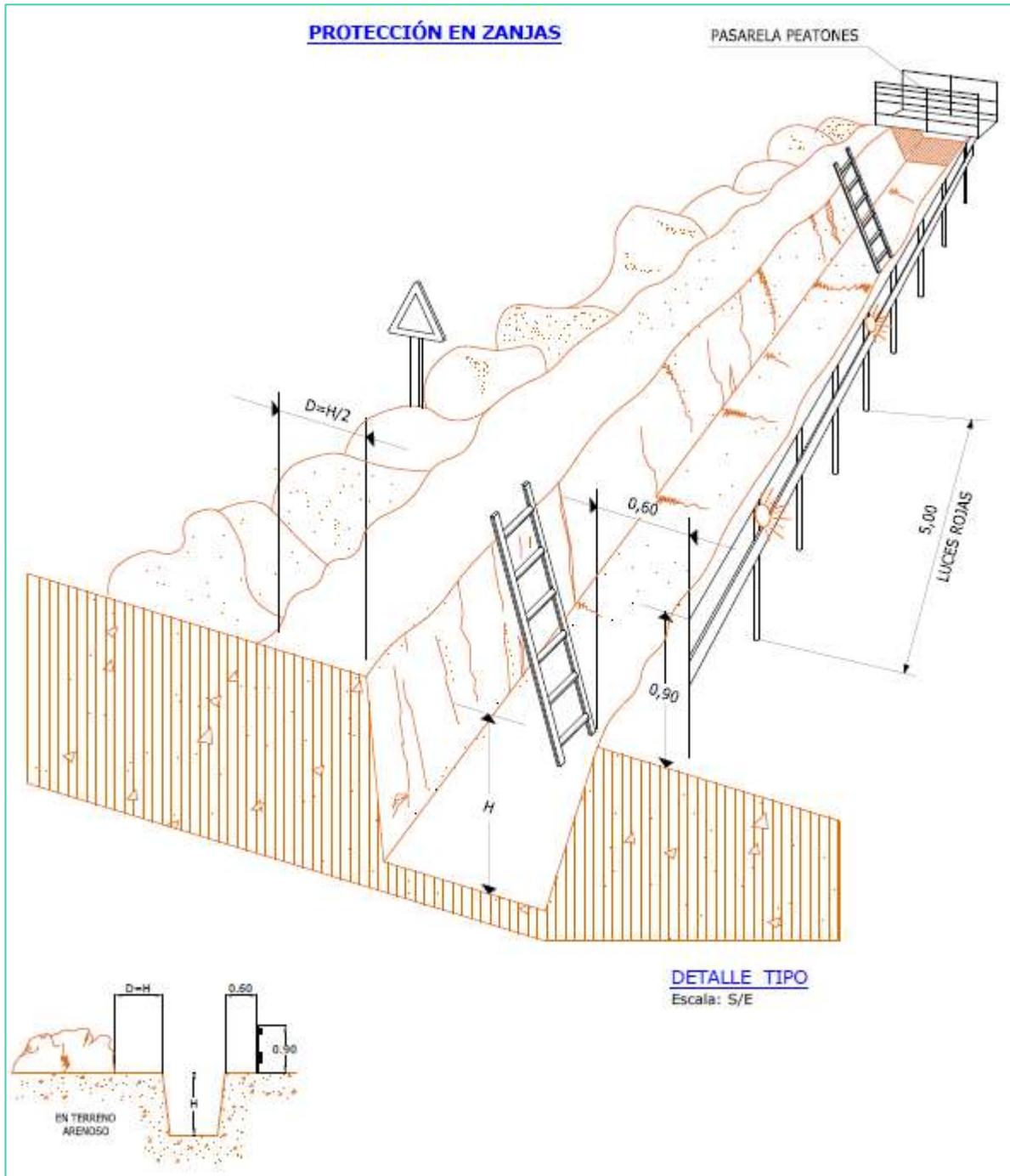
- Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme el Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.

- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, solo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 4.6 de las Condiciones de Índole Facultativo.

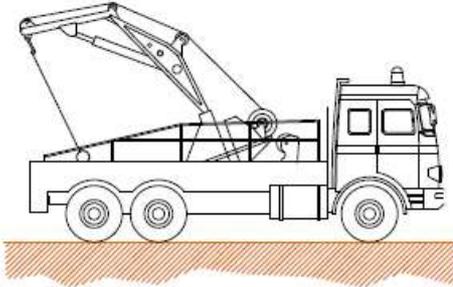
## PLANOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## Plano 1. Protección en zanjas



## Plano 2. Normas de utilización de la maquinaria

### ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Camión grúa de carga-descarga)



#### NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.
- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
- El gralista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.
- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20%.
- Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.
- Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.
- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.
- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
- Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrán operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km/h.

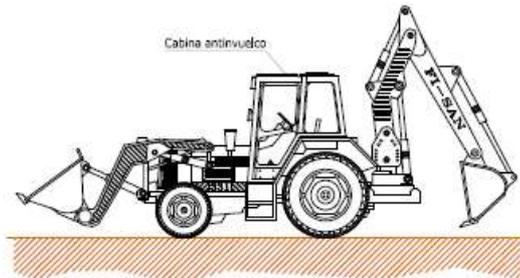
### ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA



### ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Pala mixta)

#### NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.
- Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.
- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.



## Plano 3. Código de señales de maniobras

### CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS



1 LEVANTAR LA CARGA



2 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA



3 LEVANTAR LA CARGA  
LENTAMENTE



4 LEVANTAR EL AGUILÓN O  
PLUMA LENTAMENTE



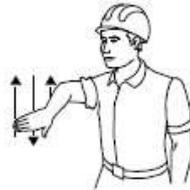
5 LEVANTAR EL AGUILÓN O  
PLUMA Y BAJAR LA CARGA



6 BAJAR LA CARGA



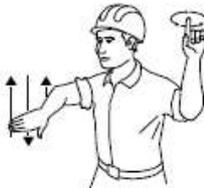
7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



8 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA



9 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA  
LENTAMENTE



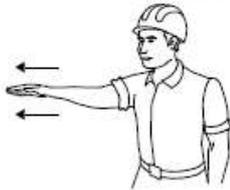
10 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA  
Y LEVANTAR LA CARGA



11 GIRAR EL AGUILÓN EN LA  
DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO



12 AVANZAR EN LA DIRECCIÓN  
INDICADA POR EL SEÑALISTA



13 SACAR PLUMA



14 METER PLUMA



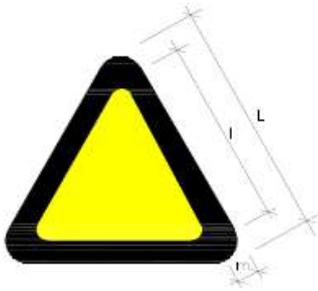
15 PARAR

DETALLES TIPO  
Escala: S/E

## Plano 4. Señalización de peligro

### FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

DIMENSIONES (mm.)		
L	l	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5



COLOR DE FONDO: AMARILLO (\*)  
BORDE: NEGRO (\*) (EN FORMA DE TRIÁNGULO)  
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012

**DETALLES TIPO**  
Escala: S/E

SEÑAL			
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA

SEÑAL			
Nº	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	LIQUIDO QUE CAE GOTTA A GOTTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 4176 DE LA CEI) (UNE 20457/1)

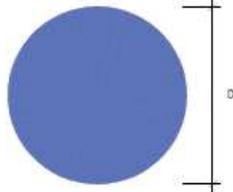
SEÑAL			
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL

SEÑAL			
Nº	B-3-10	B-3-11	B-3-12
REFERENCIA	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

NOTAS:  
SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

## Plano 5. Señalización de obligatoriedad

### FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN



COLOR DE FONDO: AZUL (\*)  
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012



DIMENSIONES (mm.)
D
594
420
297
210
148
105

NOTA:

SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

SEÑAL	(1)	(1)	(2)
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3
REFERENCIA	OBLIGACIÓN EN GENERAL	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS
CONTENIDO GRÁFICO	SIGNO DE ADMIRACIÓN	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO

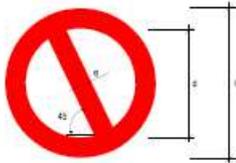
SEÑAL	(1)	(1)	
Nº	B-2-4	B-2-5	B-2-6
REFERENCIA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OÍDO	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS
CONTENIDO GRÁFICO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASOS AUDICULARES	GUANTES DE PROTECCIÓN

SEÑAL			
Nº	B-2-7	B-2-8	B-2-9
REFERENCIA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACIÓN OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURÓN DE SEGURIDAD
CONTENIDO GRÁFICO	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLÓN DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURÓN DE SEGURIDAD

SEÑAL	
Nº	B-2-10
REFERENCIA	USO DE PANTALLAS
CONTENIDO GRÁFICO	PANTALLA

## Plano 6. Señalización de prohibición

### FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICIÓN.



COLOR DE FONDO: BLANCO (\*)  
BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (\*)  
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012

DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

SEÑAL	
Nº	B-1-1
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR
CONTENIDO GRÁFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO

SEÑAL	
Nº	
REFERENCIA	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR
CONTENIDO GRÁFICO	CIZALLA ENCENDIDA

SEÑAL	
Nº	B-1-3
REFERENCIA	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES
CONTENIDO GRÁFICO	PERSONA CAMINANDO

SEÑAL	
Nº	B-1-4
REFERENCIA	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA
CONTENIDO GRÁFICO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO

SEÑAL	
Nº	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRÁFICO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

#### DETALLES TIPO

Escala: S/E

NOTA:

SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

## Plano 7. Señalización primeros auxilios



### SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.

COLOR DE FONDO: VERDE (\*)  
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)

NOTAS:

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012

SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

SEÑAL		
Nº	B-4-1	B-4-2
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACIÓN GENERAL DE DIRECCIÓN HACIA...
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCIÓN

SEÑAL		
Nº	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	LOCALIZACIÓN DE BOTIQUÍN PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCIÓN HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACIÓN	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCIÓN



Executing your **decarbonisation** vision

# **LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV "FV MESA ROLDÁN 3"**

SP.IN029.01.2.M.GN.302-1A

## **MEDICIÓN Y PRESUPUESTO**

CONIL DE LA FRONTERA Y VEJER DE LA  
FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

*Tabla 1. Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	20/06/2022	Emisión Inicial (Trazado aéreo)	CMF	JML	CVJ
1A	17/09/2024	Modificado de trazado (trazado subterráneo)	CMF	CVJ	CVJ

*Sevilla, septiembre de 2024*

*el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)*

*Carlos Vázquez Jiménez*

*N.º de colegiado 1007-COGITI Cáceres*

CAPITULO 1: MATERIALES LÍNEA AÉREA 20 kV S/C					
Nº	Un.	CONCEPTO	Total	Precio Unit.	Importe
1.01	Kg	CONDUCTOR LA-110	249,95	2,29 €	572,39 €
1.02	Kg	ACERO GALVANIZADO APOYOS METÁLICOS	3.533,00	2,20 €	7.772,60 €
1.03	ud.	CADENA DE AMARRE CON AISLADOR POLIMÉRICO	12,00	34,60 €	415,20 €
1.04	ud.	FORROS Y AISLANTE PROTECCIÓN AMARRE Y CABLE	24,00	4,50 €	108,00 €
1.05	ud	SALVAPÁJAROS DE BALANCEO EN ASPA Y BALIZAS GIRATORIAS O ESPIRALES, INCLUYE EL MATERIAL, SE COLOCA APLICANDO LAS INSTRUCCIONES DE CADA COMUNIDAD	8,00	4,50 €	36,00 €
1.06	ud.	SUMINISTRO DE PUESTA A TIERRA	2,00	150,00 €	300,00 €
1.07	ud.	PLACA DE PELIGRO	2,00	12,00 €	24,00 €
1.08	ud.	PLACA IDENTIFICATIVA DEL APOYO	2,00	10,00 €	20,00 €

**TOTAL CAPITULO 1: MATERIALES LÍNEA AÉREA 20 kV S/C** **9.248,19 €**

CAPITULO 2: OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA 20 kV S/C					
No	Un.	CONCEPTO	Total	Precio Unit.	Importe
2.01	m <sup>3</sup>	EXCAVACIÓN MONOBLOQUE	7,79	42,05 €	327,57 €
2.02	m <sup>3</sup>	HORMIGONADO MOBLOQUE	8,42	90,51 €	762,09 €
2.03	ud	ACCESOS	2,00	150,00 €	300,00 €

**TOTAL CAPITULO 2: OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA 20 kV S/C** **1.389,66 €**

CAPITULO 3: MONTAJE LINEA AÉREA 20 kV S/C Síplex					
No	Un.	CONCEPTO	Total	Precio Unit.	Importe
3.01	Kg	ARMADO, IZADO Y NIVELADO KG DE HIERRO, EN APOYOS METÁLICOS CUALQUIER TIPO, INCLUIDO SU TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE HOYO Y EL GRANETEADO DE LA TORNILLERÍA (2 PARA M.10 Y 3 PARA MÉTRICA SUPERIOR). ESTÁ INCLUIDA LA COLOCACIÓN DEL AISLAMIENTO Y GRAPAS, ASÍ COMO LOS MEDIOS NECESARIOS PARA SU IZADO (GRÚA, PLUMA, ETC.). CASO DE TENER QUE COLOCAR CRUCETAS EN POSTES DE HORMIGÓN O APOYOS METÁLICOS EXISTENTES, SE PODRÁ APLICAR ESTA POSICIÓN. LOS MEDIOS AUXILIARES PARA SU IZADO (GRÚA, PLUMA, ETC.) ESTÁN INCLUIDOS.	3.533,00	1,65 €	5.829,45 €
3.02	ud.	COLOCACIÓN DE PLACA IDENTIFICATIVA DE ACERO EN APOYO, DE CHAPA ACERO GALVANIZADO.	2,00	12,00 €	24,00 €
3.03	m	TENDIDO Y REGULADO CONDUCTORES	249,95	1,40 €	349,93 €
3.04	ml	COLOCACIÓN ANILLO DE PUESTA A TIERRA	2,00	150,00 €	300,00 €
3.05	ud.	ENGRAPADO CADENA DE AMARRE PARA CONDUCTOR	12,00	150,00 €	1.800,00 €
3.06	ud.	INSTALACIÓN PLACA DE RIESGO ELÉCTRICO	2,00	12,00 €	24,00 €
3.07	ud.	INSTALACIONES ESPIRALES	8,00	8,89 €	71,12 €

**TOTAL CAPITULO 3: MONTAJE LINEA AÉREA 20 kV S/C Síplex**

**8.398,50 €**

CAPITULO 4: MATERIALES LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C					
No	Un.	CONCEPTO	Total	Precio Unit.	Importe
1.01	m	CONDUCTOR 400mm <sup>2</sup>	6.003,90 m	20,00 €	120.078,00 €
1.02	m	TUBO DE 200 mm	2.001,30 m	2,60 €	5.203,38 €
1.03	m	TUBO DE 4x40 mm TELECOMUNICACIONES	2.001,30 m	4,20 €	8.405,46 €
1.04	ud.	CAJAS DE PUESTA A TIERRA	4,00 ud	250,00 €	1.000,00 €
1.05	ud.	EMPALMES	6,00 ud	45,00 €	270,00 €
1.06	ud.	PACK DE 3 TERMINALES ENCHUFABLES	2,00 ud	360,00 €	720,00 €
1.07	ud.	ARQUETAS DE REGISTRO	4,00 ud	350,00 €	1.400,00 €
1.08	m	CINTA SEÑALIZADORA	4.002,60 m	0,10 €	400,26 €
1.09	ud.	CANALIZACIÓN PERFORACIÓN	100,00 m	10,00 €	1.000,00 €
1.10	ud.	AUTOVÁLVULA	6,00 ud	100,00 €	600,00 €
1.11	ud.	TERMINALES EXTERIORES	6,00 ud	45,00 €	270,00 €

**TOTAL CAPITULO 4: MATERIALES LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C**

**139.347,10 €**

CAPITULO 5: OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C					
No	Un.	CONCEPTO	Total	Precio Unit.	Importe
2.01	m3	EXCAVACIÓN EN ZANJA EN CUTIVO/ROCA/CALLE	1.906,00 m	30,00 €	57.180,00 €
2.02	m3	HORMIGÓN	69,84 m3	75,00 €	5.238,19 €
2.03	m3	TIERRA LIMPIA	100,00 m3	10,00 €	1.000,00 €
2.04	ud	ARENA	436,32 m3	15,00 €	6.544,80 €
2.05	m2	ACERADO	84,00 m2	7,00 €	588,00 €
2.06	m	PERFORACIÓN DIRIGIDA	100,00 m	1.000,00 €	100.000,00 €

**TOTAL CAPITULO 5: OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C**

**170.550,99 €**

CAPITULO 6: MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C					
No	Un.	CONCEPTO	Total	Precio Unit.	Importe
3.01	m	TENDIDO DE TUBOS	2.001,30 m	1,50 €	3.001,95 €
3.02	m	RELLENO DE HORMIGÓN	69,84 m3	7,00 €	488,90 €
3.03	m	RELLENO DE TIERRA	1.900,00 m	3,50 €	6.650,00 €
3.04	m	COLOCACIÓN DE ACERADO	84,00 m	7,00 €	588,00 €
3.05	ud	TENDIDO DE CONDUCTORES	2.001,30 m	4,00 €	8.005,20 €
3.06	ud	TENDIDO DE LA CINTA SEÑALIZADORA	4.002,60 m	0,10 €	400,26 €
3.07	ud	COLOCACIÓN DE ARQUETAS	4,00 ud	150,00 €	600,00 €
3.08	ud	ELABORACIÓN DE CONEXIONADO DE TERMINALES	6,00 ud	46,00 €	276,00 €
3.09	ud	ELABORACIÓN DE EMPALMES	6,00 ud	30,00 €	180,00 €
3.10	ud	CONEXIONADO Y COLOCACIÓN DE PUESTA A TIERRA	4,00 ud	46,00 €	184,00 €
3.11	ud	SUBIDA DE LOS CONDUCTORES EN PAS	2,00 ud	150,00 €	300,00 €
3.12	Ud	COLOCACIÓN Y CONEXIÓN DE AUTOVÁLVULA	6,00 ud	45,00 €	270,00 €
3.13	ud	COLOCACIÓN DE SOPORTE, TERMINALES Y AUTOVÁLVULAS	6,00 ud	45,00 €	270,00 €
3.14	ud	REALIZACIÓN DE MEDICIONES DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES	3,00	250,00 €	750,00 €
3.15	ud	REALIZACIÓN DE MEDICIONES DE AISLAMIENTO DE PUESTA A TIERRA	3,00	250,00 €	750,00 €
3.16	ud	CERTIFICADO DE ORGANISMO AUTORIZADO	1,00	850,00 €	850,00 €

**TOTAL CAPITULO 6: MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C**

**23.564,31 €**

**LÍNEA ELÉCTRICA DE EVACUACIÓN 20 kV "MESA ROLDAN 3"**

<b>LINEA MEDIA TENSIÓN</b>	<b>IMPORTE</b>
TOTAL CAPITULO 1: MATERIALES LÍNEA AÉREA 20 kV S/C	9.248,19 €
TOTAL CAPITULO 2: OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA 20 kV S/C	1.389,66 €
TOTAL CAPITULO 3: MONTAJE LÍNEA AÉREA 20 kV S/C Síplex	8.398,50 €
TOTAL CAPITULO 4: MATERIALES LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C	139.347,10 €
TOTAL CAPITULO 5: OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C	170.550,99 €
TOTAL CAPITULO 6: MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV S/C	23.564,31 €

<b>RESUMEN</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL LINEA MEDIA TENSIÓN</b>	<b>352.498,75 €</b>



Executing your **decarbonisation** vision

# **LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 KV MESA ROLDÁN 3**

## **PLANOS**

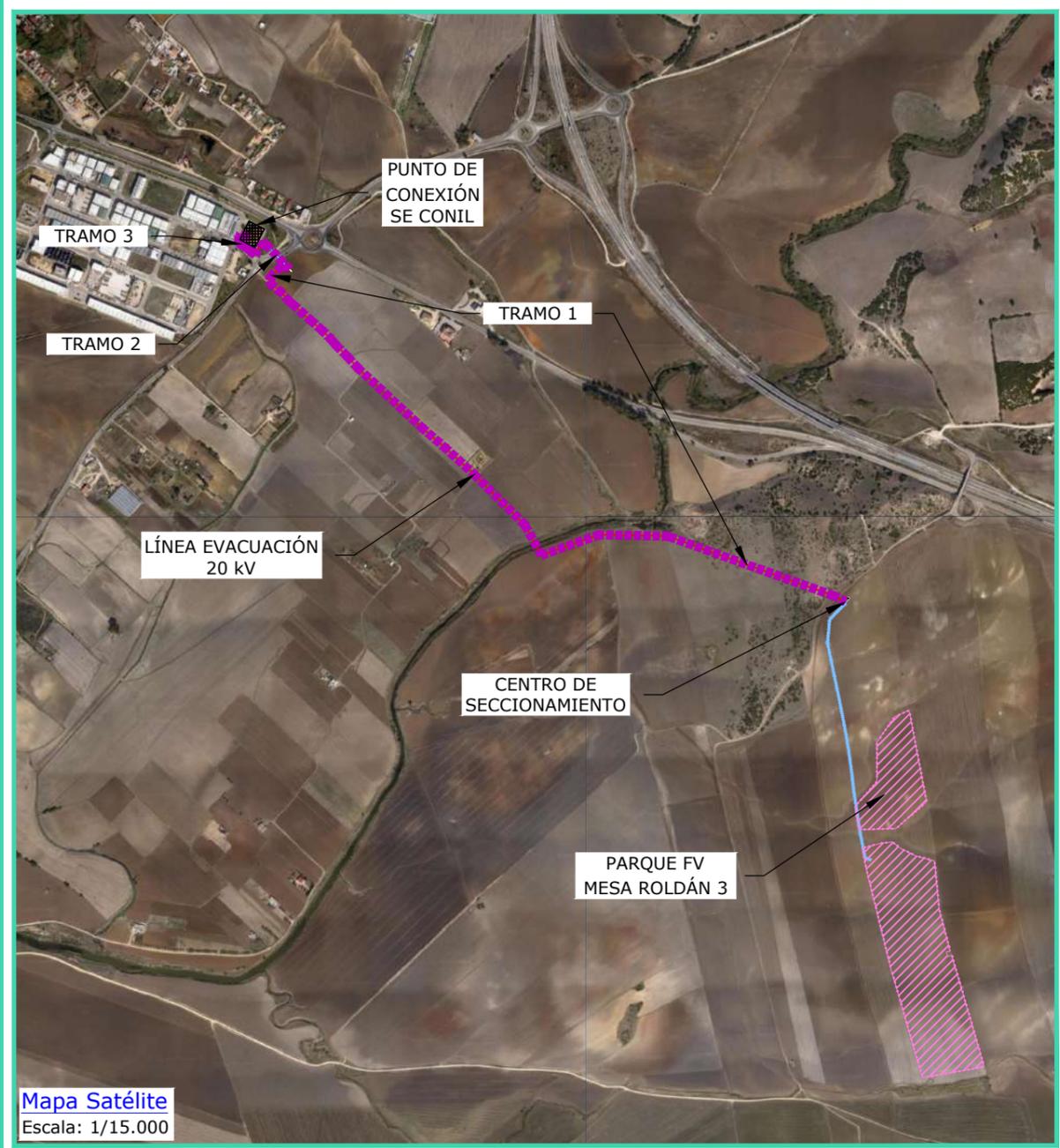
**CONIL DE LA FRONTERA Y VEJER DE LA  
FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)**

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1.01. 41.001. Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91828273  
 ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.  
 ARCHIVO: SP.IMD29.01.2.D.GN.301-2A



Mapa político  
Escala: 1/25.000

## TT.MM. VEJER DE LA FRONTERA Y CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ, ESPAÑA



Mapa Satélite  
Escala: 1/15.000

LEYENDA	
	Línea evacuación desde CS a SE Conil
	Línea conexión interna desde FV con CS
	Centro de seccionamiento
	SE Conil

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

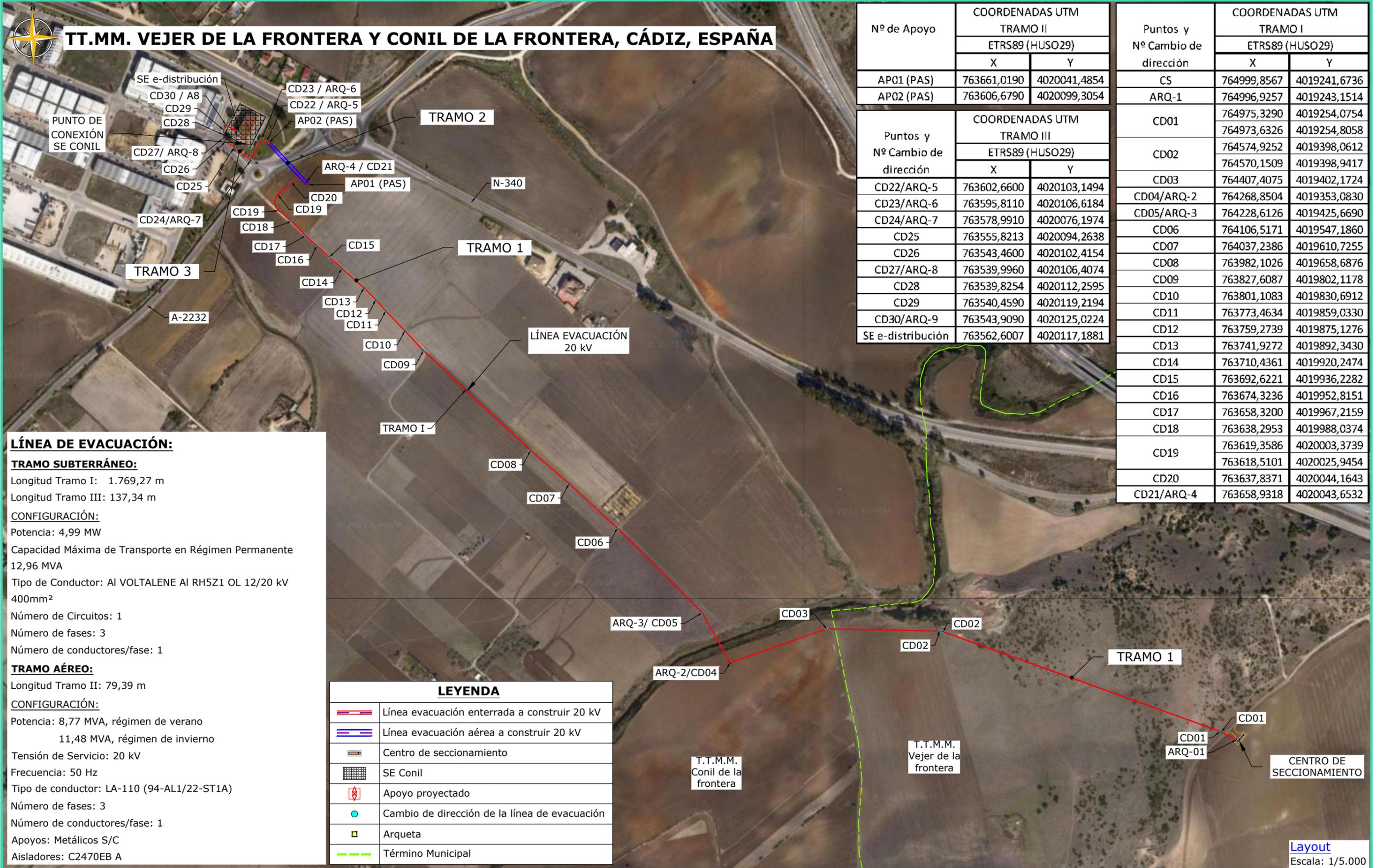
LOCALIZACIÓN

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	21/08/2023	ESCALA
JMG	JMG	23/09/2024	INDICADAS
CMF	CMF	23/09/2024	Nº DE PLANO
CVJ	CVJ	23/09/2024	GN.301-2A



# TT.MM. VEJER DE LA FRONTERA Y CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ, ESPAÑA

Nº de Apoyo	COORDENADAS UTM TRAMO II		Puntos y Nº Cambio de dirección	COORDENADAS UTM TRAMO I	
	ETRS89 (HUSO29)			ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y		X	Y
AP01 (PAS)	763661,0190	4020041,4854	CS	764999,8567	4019241,6736
AP02 (PAS)	763606,6790	4020099,3054	ARQ-1	764996,9257	4019243,1514
Puntos y Nº Cambio de dirección	COORDENADAS UTM TRAMO III		Puntos y Nº Cambio de dirección	COORDENADAS UTM TRAMO I	
	ETRS89 (HUSO29)			ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y		X	Y
CD22/ARQ-5	763602,6600	4020103,1494	CD01	764975,3290	4019254,0754
CD23/ARQ-6	763595,8110	4020106,6184	CD02	764973,6326	4019254,8058
CD24/ARQ-7	763578,9910	4020076,1974	CD03	764574,9252	4019398,0612
CD25	763555,8213	4020094,2638	CD04	764570,1509	4019398,9417
CD26	763543,4600	4020102,4154	CD05	764407,4075	4019402,1724
CD27/ARQ-8	763539,9960	4020106,4074	CD06	764268,8504	4019353,0830
CD28	763539,8254	4020112,2595	CD07	764228,6126	4019425,6690
CD29	763540,4590	4020119,2194	CD08	764106,5171	4019547,1860
CD30/ARQ-9	763543,9090	4020125,0224	CD09	764037,2386	4019610,7255
SE e-distribución	763562,6007	4020117,1881	CD10	763982,1026	4019658,6876
			CD11	763827,6087	4019802,1178
			CD12	763801,1083	4019830,6912
			CD13	763773,4634	4019859,0330
			CD14	763759,2739	4019875,1276
			CD15	763741,9272	4019892,3430
			CD16	763710,4361	4019920,2474
			CD17	763692,6221	4019936,2282
			CD18	763674,3236	4019952,8151
			CD19	763658,3200	4019967,2159
			CD20	763638,2953	4019988,0374
			CD21	763619,3586	4020003,3739
			CD22	763618,5101	4020025,9454
			CD23	763637,8371	4020044,1643
			CD24	763658,9318	4020043,6532

**LÍNEA DE EVACUACIÓN:**

**TRAMO SUBTERRÁNEO:**  
 Longitud Tramo I: 1.769,27 m  
 Longitud Tramo III: 137,34 m

**CONFIGURACIÓN:**  
 Potencia: 4,99 MW  
 Capacidad Máxima de Transporte en Régimen Permanente 12,96 MVA  
 Tipo de Conductor: AI VOLTALENE AI RH5Z1 OL 12/20 kV 400mm<sup>2</sup>  
 Número de Circuitos: 1  
 Número de fases: 3  
 Número de conductores/fase: 1

**TRAMO AÉREO:**  
 Longitud Tramo II: 79,39 m

**CONFIGURACIÓN:**  
 Potencia: 8,77 MVA, régimen de verano  
 11,48 MVA, régimen de invierno  
 Tensión de Servicio: 20 kV  
 Frecuencia: 50 Hz  
 Tipo de conductor: LA-110 (94-AL1/22-ST1A)  
 Número de fases: 3  
 Número de conductores/fase: 1  
 Apoyos: Metálicos S/C  
 Aisladores: C2470EB A

LEYENDA	
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV
	Línea evacuación aérea a construir 20 kV
	Centro de seccionamiento
	SE Conil
	Apoyo proyectado
	Cambio de dirección de la línea de evacuación
	Arqueta
	Término Municipal

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	APOYOS DIMENSIONES REALES	CVJ	APC	MTC	CVJ
3A	APOYOS DIMENSIONES REALES	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
**FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

LAYOUT

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
 Executing your decarbonisation vision

NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO CVJ	23/04/2024	ESCALA 1/5.000
DIBUJADO JMG	03/10/2024	
REVISADO CMF	03/10/2024	
APROBADO CVJ	03/10/2024	

Nº DE PLANO GN.302-3A

Layout  
Escala: 1/5.000

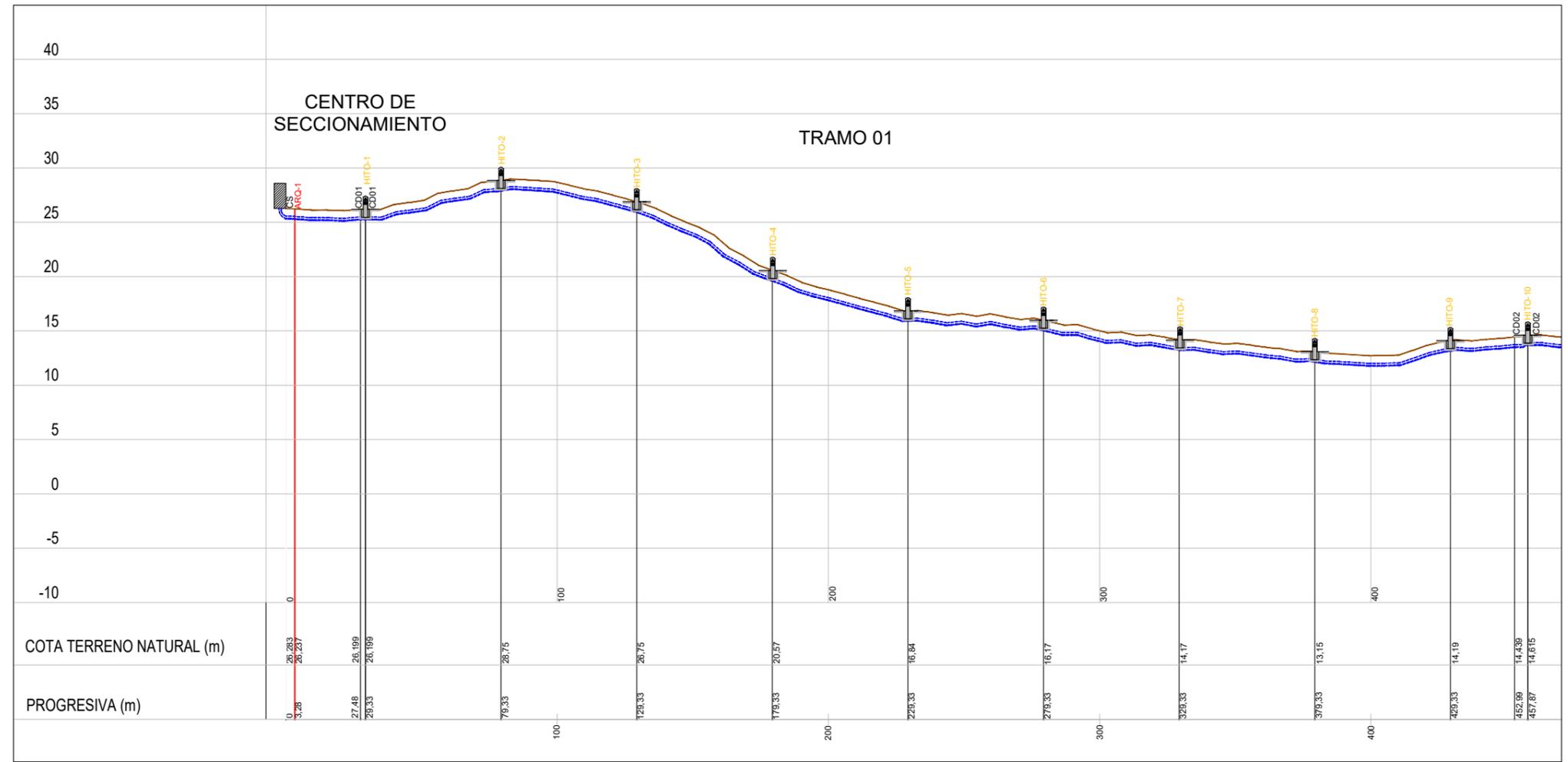
Puntos y Nº Cambio de dirección	COORDENADAS UTM TRAMO I ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y
CS	764999,8567	4019241,6736
ARQ-1	764996,9257	4019243,1514
CD01	764975,3290	4019254,0754
	764973,6326	4019254,8058
CD02	764574,9252	4019398,0612
	764570,1509	4019398,9417

LÍNEA EVACUACIÓN 20 kV  
Longitud total: 1.985,96 m

TRAMO SUBTERRÁNEO TRAMO I  
Longitud: 1.769,27 m  
Conductor: AI VOLTALENE H COMPACT AI RH5Z1 OL 12/20 kV

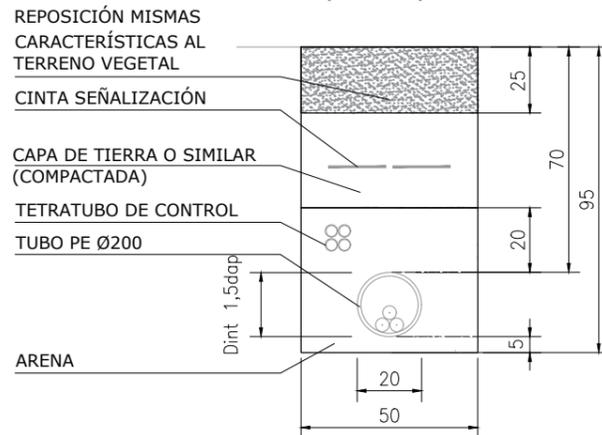
TRAMO AÉREO TRAMO II  
Longitud: 79,35 m  
Conductor: LA-110 (94-AL1/22-ST1A)

TRAMO SUBTERRÁNEO TRAMO III  
Longitud: 137,34 m  
Conductor: AI VOLTALENE H COMPACT AI RH5Z1 OL 12/20 kV 400mm<sup>2</sup>



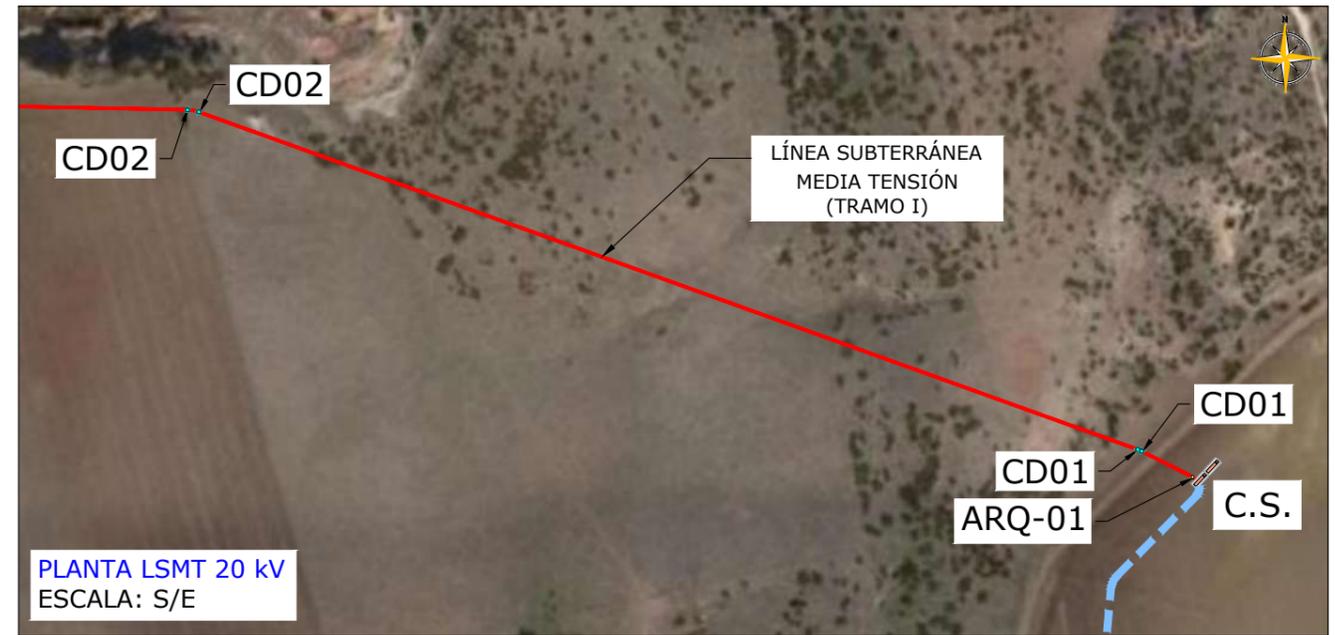
**PERFIL LONGITUDINAL**  
H: 1/2000  
V: 1/500

CANALIZACION EN TERRENO DE CULTIVO SIMPLE CIRCUITO ENTRE ( A1 A CD-04 ) ( A3 A CD09 ) ( CD-19 A CD21 ) (TRAMO I)



**DETALLE**  
Escala: 1/20

LEYENDA	
	Terreno natural en perfil
	Línea subterránea tramo I en perfil
	Línea Aérea tramo II en perfil
	Línea subterránea tramo III en perfil



**PLANTA LSMT 20 kV**  
ESCALA: S/E

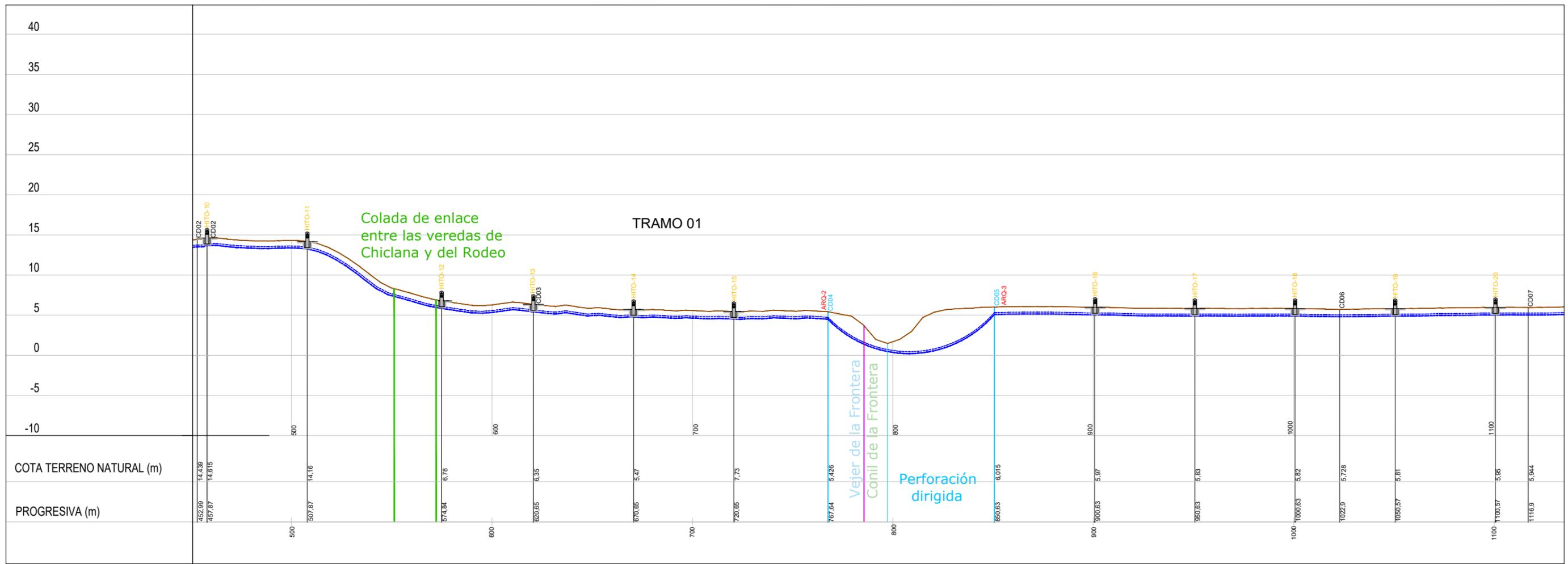
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN DISTANCIA AP04 A VEREDA	CVJ	APC	MTC	CVJ
3A	MODIFICACIÓN LINEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL	
PLANTA Y PERFIL	
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)	
CONTACTO:	

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO CVJ	23/04/2024	ESCALA
DIBUJADO JMG	03/10/2024	VARIAS
REVISADO CMF	03/10/2024	Nº DE PLANO
APROBADO CVJ	03/10/2024	EL.301-3A 1/4



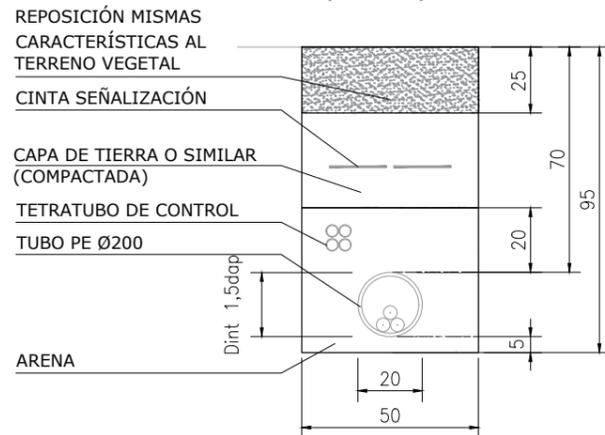
**PERFIL LONGITUDINAL**

H: 1/2000  
V: 1/500

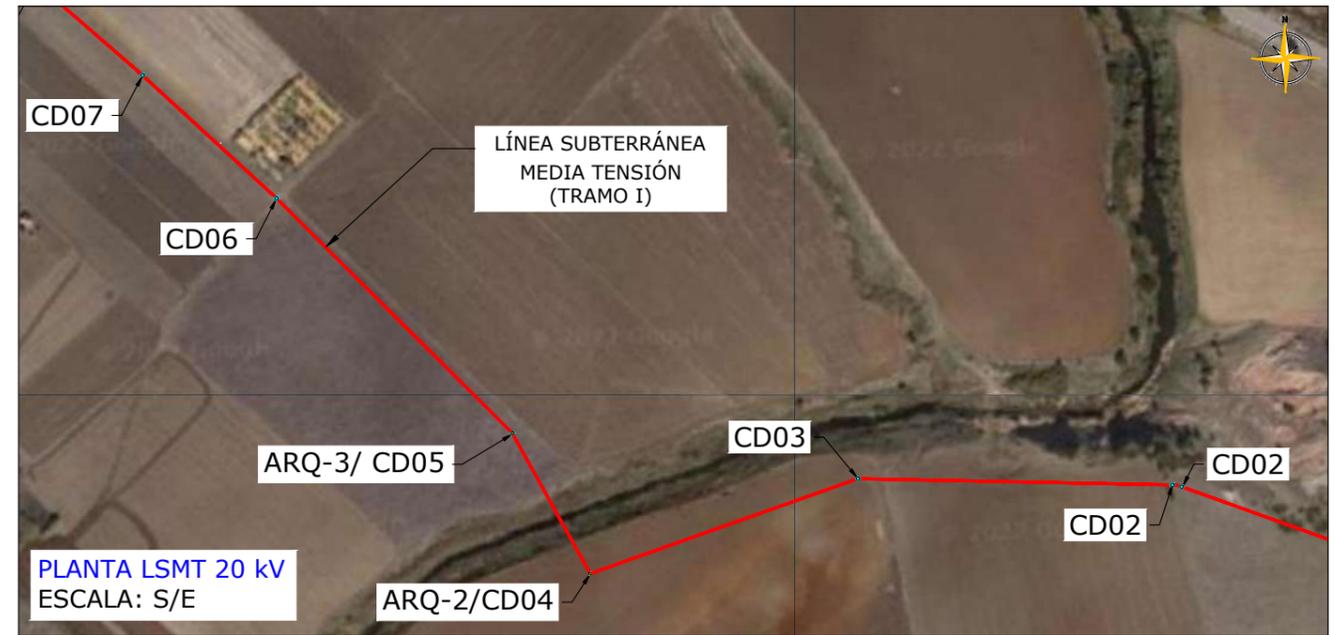
Puntos y Nº Cambio de dirección	COORDENADAS UTM TRAMO I ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y
CD02	764574,9252	4019398,0612
	764570,1509	4019398,9417
CD03	764407,4075	4019402,1724
CD04/ARQ-2	764268,8504	4019353,0830
CD05/ARQ-3	764228,6126	4019425,6690
CD06	764106,5171	4019547,1860
CD07	764037,2386	4019610,7255

LEYENDA	
	Terreno natural en perfil
	Línea subterránea tramo I en perfil
	Línea Aérea tramo II en perfil
	Línea subterránea tramo III en perfil

**CANALIZACION EN TERRENO DE CULTIVO SIMPLE CIRCUITO ENTRE ( A1 A CD-04 ) ( A3 A CD09 ) ( CD-19 A CD21 ) (TRAMO I)**



**DETALLE**  
Escala: 1/20



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN DISTANCIA AP04 A VEREDA	CVJ	APC	MTC	CVJ
3A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	APC	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

PLANTA Y PERFIL

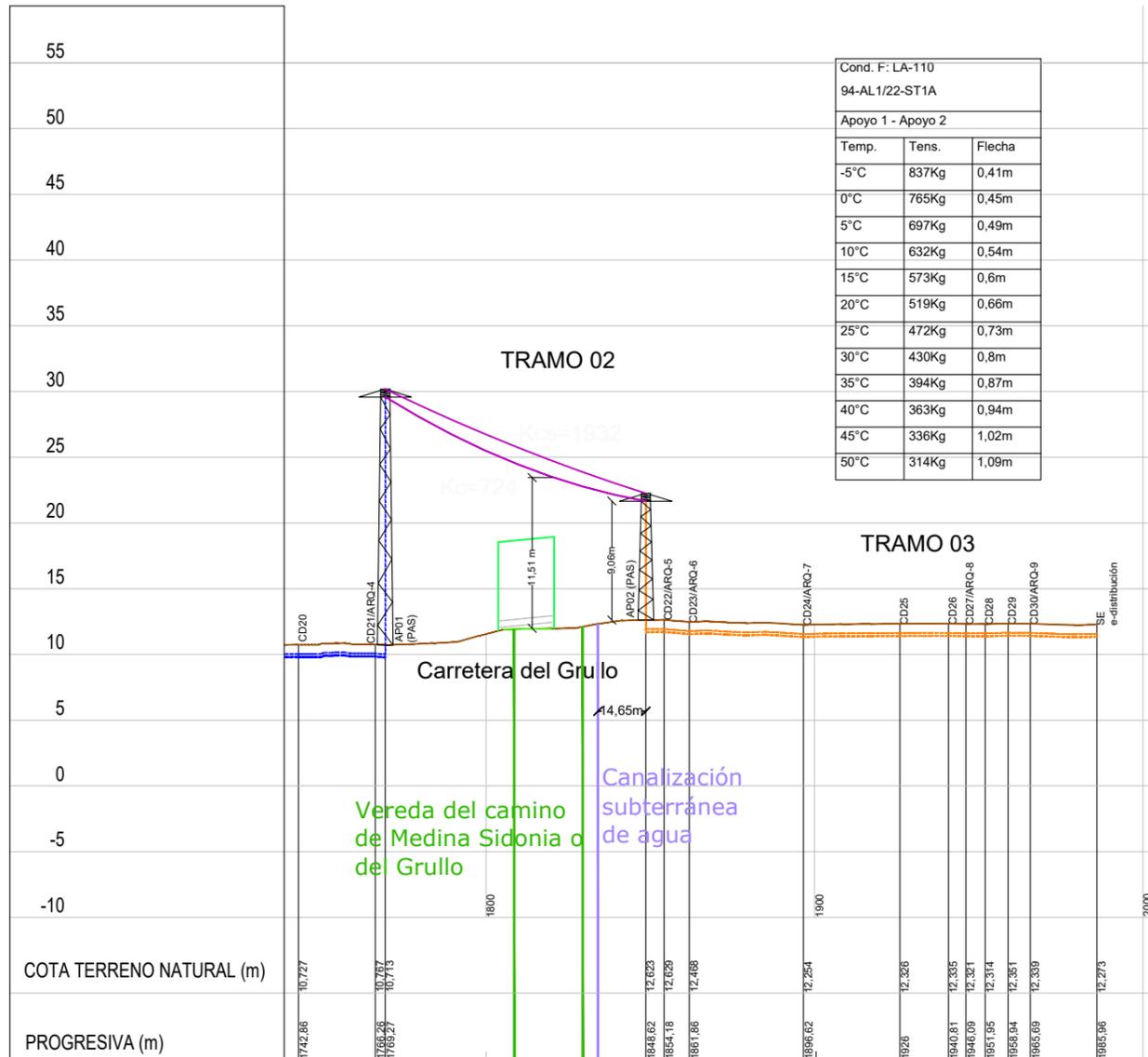
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO CVJ	23/04/2024	ESCALA VARIAS
DIBUJADO APC	03/10/2024	Nº DE PLANO EL.301-3A 3/4
REVISADO CMF	03/10/2024	
APROBADO CVJ	03/10/2024	





Cond. F: LA-110 94-AL1/22-ST1A		
Apoyo 1 - Apoyo 2		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	837Kg	0,41m
0°C	765Kg	0,45m
5°C	697Kg	0,49m
10°C	632Kg	0,54m
15°C	573Kg	0,6m
20°C	519Kg	0,66m
25°C	472Kg	0,73m
30°C	430Kg	0,8m
35°C	394Kg	0,87m
40°C	363Kg	0,94m
45°C	336Kg	1,02m
50°C	314Kg	1,09m

PERFIL LONGITUDINAL		AP01	AP02
H: 1/2000		0	0
V: 1/500		FL	FL
		18,87 (Normal/K=12)	9,03 (Normal/K=12)
Serie Apoyo - Armado		C-4500-22 - T2	C-4500-12-T2
Tipo Cimentación		Monobloque	Monobloque
Datos Cimentación (m)		a=1,47/h=2,53	a=0,99/h=2,37
Número Vano	01		
Longitud (m)	79,35		



DETALLE  
Escala: 1/20

LÍNEA EVACUACIÓN 20 kV  
Longitud total: 1.846,51 m

TRAMO SUBTERRÁNEO  
TRAMO I  
Longitud: 1.769,27 m

TRAMO AÉREO  
TRAMO II  
Longitud: 79,35 m  
Conductor LA-110 (94-AL1/22-ST1A)

TRAMO SUBTERRÁNEO  
TRAMO III  
Longitud: 137,34 m  
CONDUCTOR: AI VOLTALENE H COMPACT AI RH5Z1 OL 12/20 kV 400mm<sup>2</sup>

Nº de Apoyo	COORDENADAS UTM TRAMO II	
	ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y
AP01 (PAS)	763661,0190	4020041,4854
AP02 (PAS)	763606,6790	4020099,3054

Puntos y Nº Cambio de dirección	COORDENADAS UTM TRAMO III	
	ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y
CD22/ARQ-5	763602,6600	4020103,1494
CD23/ARQ-6	763595,8110	4020106,6184
CD24/ARQ-7	763578,9910	4020076,1974
CD25	763555,8213	4020094,2638
CD26	763543,4600	4020102,4154
CD27/ARQ-8	763539,9960	4020106,4074
CD28	763539,8254	4020112,2595
CD29	763540,4590	4020119,2194
CD30/ARQ-9	763543,9090	4020125,0224
SE e-distribución	763562,6007	4020117,1881

LEYENDA	
	Terreno natural en perfil
	Línea subterránea tramo I en perfil
	Línea Aérea tramo II en perfil
	Línea subterránea tramo III en perfil



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN DISTANCIA AP04 A VEREDA	CVJ	APC	MTC	CVJ
3A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

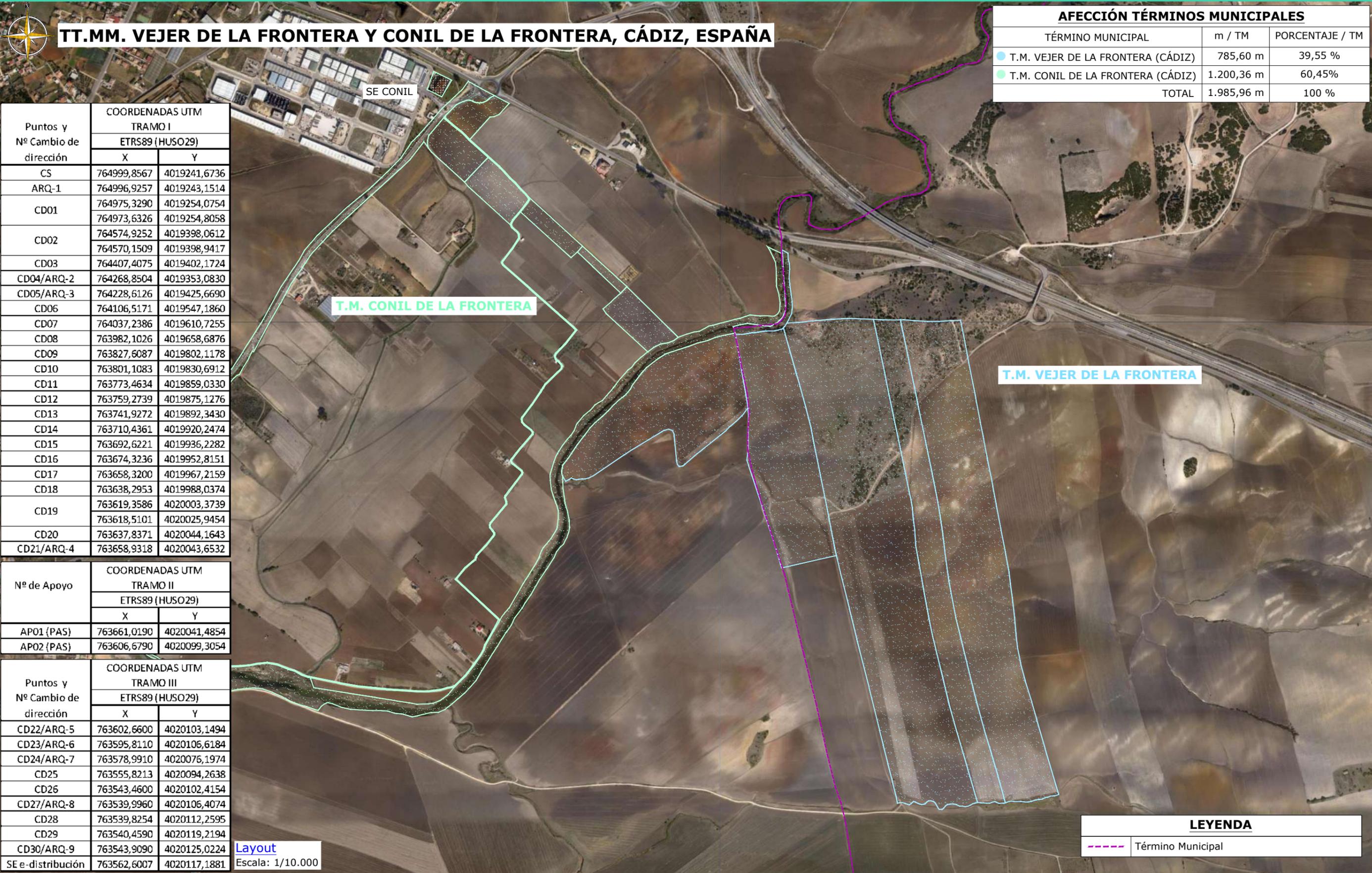
PLANTA Y PERFIL

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	23/04/2024	ESCALA
JMG	JMG	03/10/2024	VARIAS
CMF	CMF	03/10/2024	Nº DE PLANO
CVJ	CVJ	03/10/2024	EL.301-3A 4/4



# TT.MM. VEJER DE LA FRONTERA Y CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ, ESPAÑA

AFECCIÓN TÉRMINOS MUNICIPALES		
TÉRMINO MUNICIPAL	m / TM	PORCENTAJE / TM
T.M. VEJER DE LA FRONTERA (CÁDIZ)	785,60 m	39,55 %
T.M. CONIL DE LA FRONTERA (CÁDIZ)	1.200,36 m	60,45%
<b>TOTAL</b>	<b>1.985,96 m</b>	<b>100 %</b>

Puntos y Nº Cambio de dirección	COORDENADAS UTM TRAMO I ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y
CS	764999,8567	4019241,6736
ARQ-1	764996,9257	4019243,1514
CD01	764975,3290	4019254,0754
	764973,6326	4019254,8058
CD02	764574,9252	4019398,0612
	764570,1509	4019398,9417
CD03	764407,4075	4019402,1724
CD04/ARQ-2	764268,8504	4019353,0830
CD05/ARQ-3	764228,6126	4019425,6690
CD06	764106,5171	4019547,1860
CD07	764037,2386	4019610,7255
CD08	763982,1026	4019658,6876
CD09	763827,6087	4019802,1178
CD10	763801,1083	4019830,6912
CD11	763773,4634	4019859,0330
CD12	763759,2739	4019875,1276
CD13	763741,9272	4019892,3430
CD14	763710,4361	4019920,2474
CD15	763692,6221	4019936,2282
CD16	763674,3236	4019952,8151
CD17	763658,3200	4019967,2159
CD18	763638,2953	4019988,0374
CD19	763619,3586	4020003,3739
	763618,5101	4020025,9454
CD20	763637,8371	4020044,1643
CD21/ARQ-4	763658,9318	4020043,6532

Nº de Apoyo	COORDENADAS UTM TRAMO II ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y
AP01 (PAS)	763661,0190	4020041,4854
AP02 (PAS)	763606,6790	4020099,3054

Puntos y Nº Cambio de dirección	COORDENADAS UTM TRAMO III ETRS89 (HUSO29)	
	X	Y
CD22/ARQ-5	763602,6600	4020103,1494
CD23/ARQ-6	763595,8110	4020106,6184
CD24/ARQ-7	763578,9910	4020076,1974
CD25	763555,8213	4020094,2638
CD26	763543,4600	4020102,4154
CD27/ARQ-8	763539,9960	4020106,4074
CD28	763539,8254	4020112,2595
CD29	763540,4590	4020119,2194
CD30/ARQ-9	763543,9090	4020125,0224
SE e-distribución	763562,6007	4020117,1881

Layout  
Escala: 1/10.000

LEYENDA	
	Término Municipal

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

LAYOUT AFECCIONES TÉRMINOS MUNICIPALES

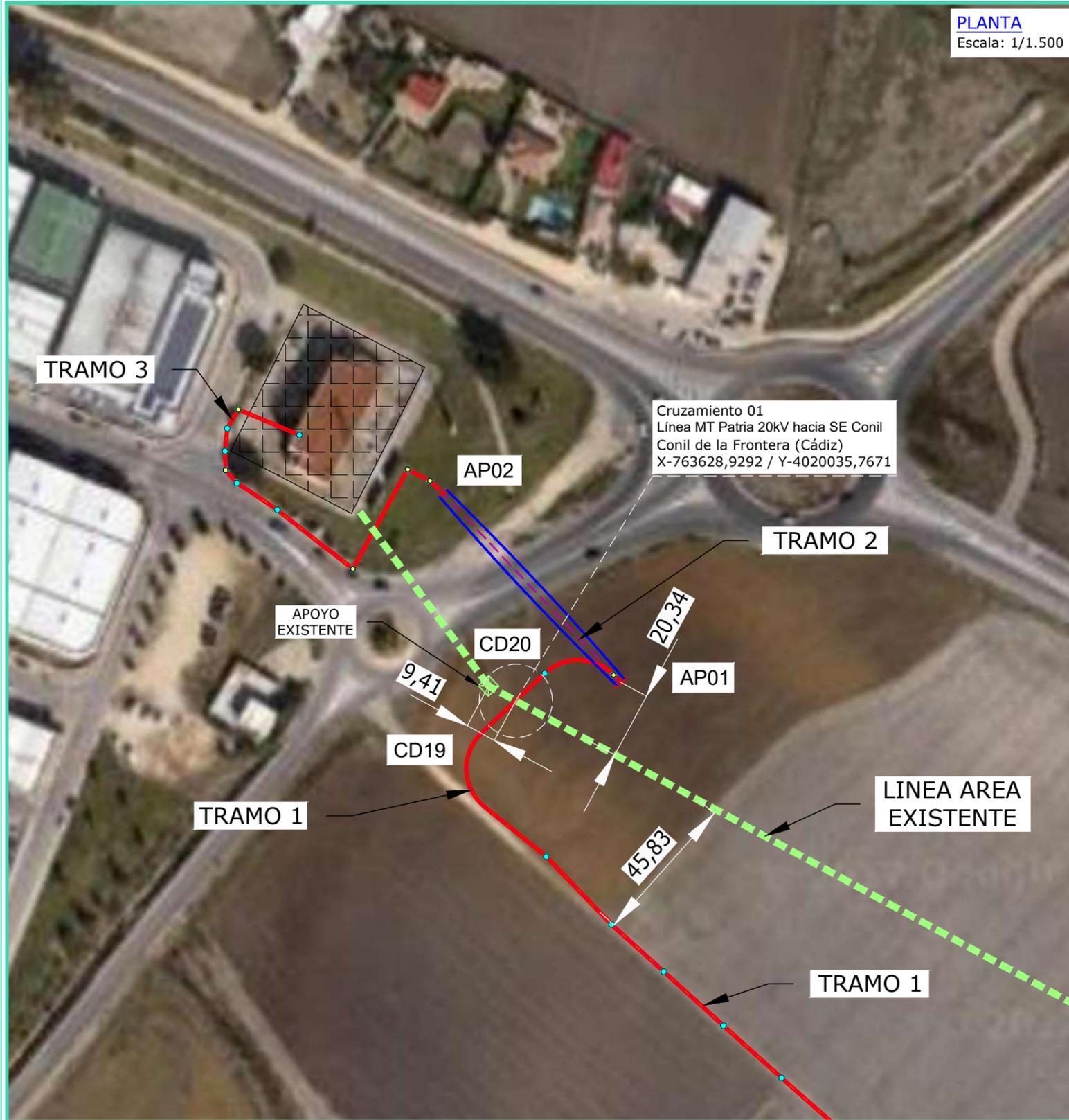
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

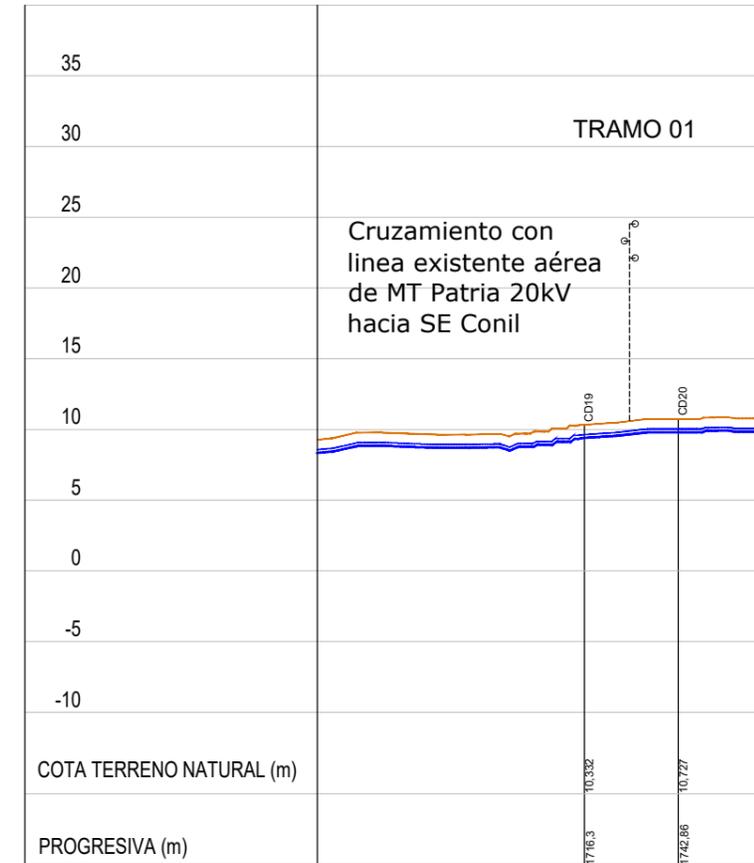
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	21/08/2023	ESCALA
JMG	JMG	24/09/2024	1/10.000
CMF	CMF	24/09/2024	Nº DE PLANO
CVJ	CVJ	24/09/2024	GN.309-2A

PLANTA CRUZAMIENTO 01



PLANTA  
Escala: 1/1.500

PERFIL CRUZAMIENTO 01



PERFIL  
Escala  
H: 1/2.000  
V: 1/500

LEYENDA	
	Terreno natural
	Línea subterránea tramo I
	Línea aérea de MT existente
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV
	Línea evacuación aérea a construir 20 kV
	SE Conil
	Apoyo proyectado
	Arqueta

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1 01. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91852873. ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINantemente PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L. ARCHIVO-SP-IM029-01.2.D.GN-303-2A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS EXISTENTES

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

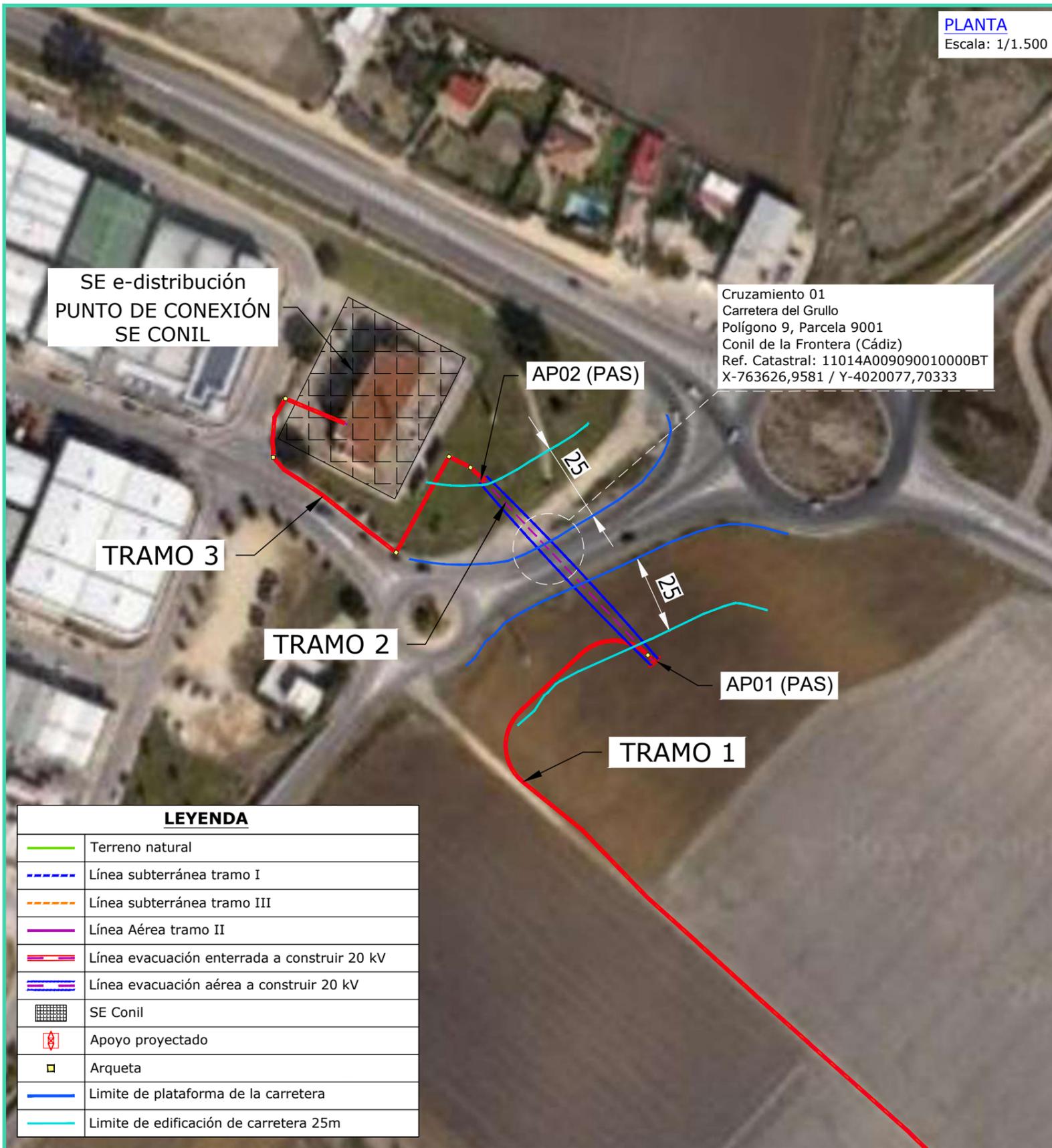
CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO CVJ	21/08/2023	ESCALA INDICADAS
DIBUJADO JMG	01/10/2024	Nº DE PLANO GN.303-2A
REVISADO CMF	01/10/2024	
APROBADO CVJ	01/10/2024	

PLANTA CRUZAMIENTO 01

PLANTA  
Escala: 1/1.500



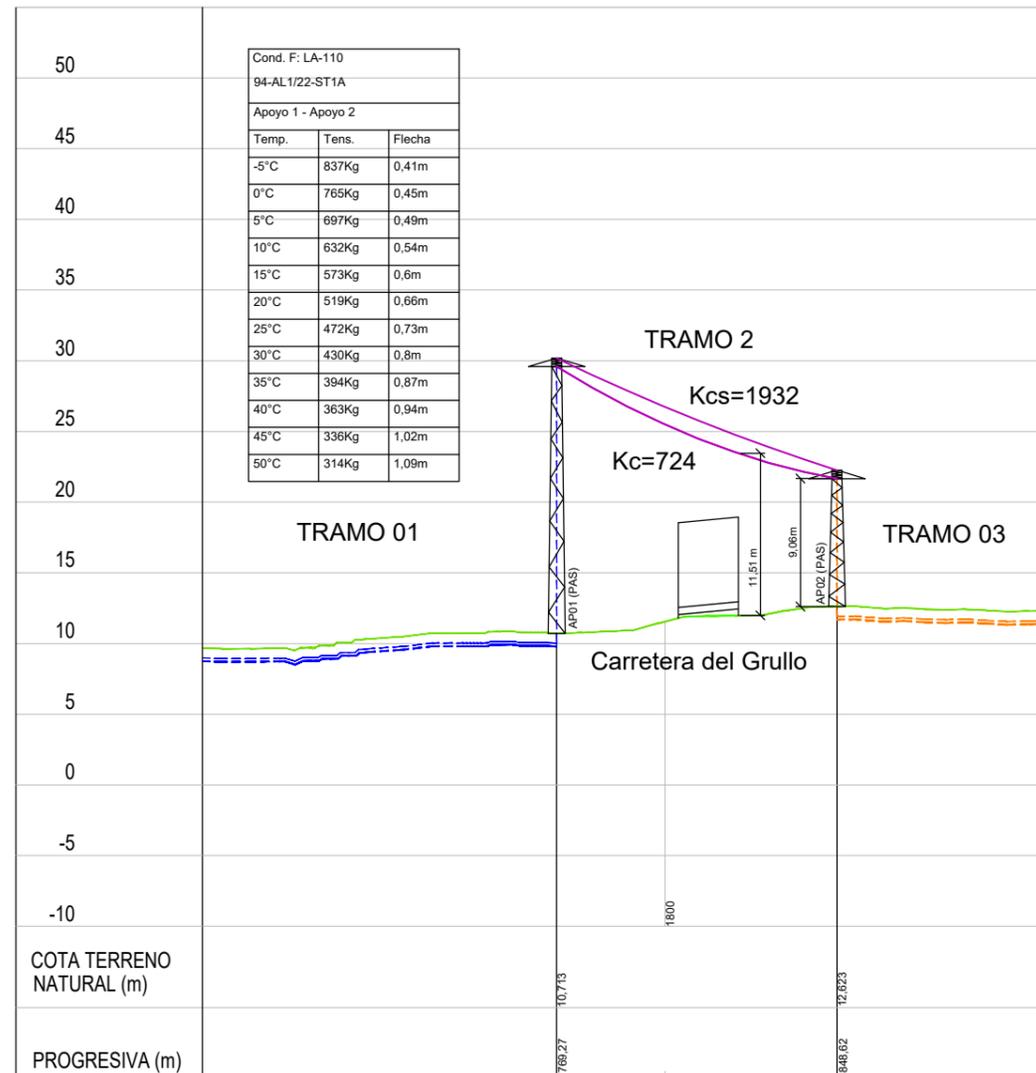
SE e-distribución  
PUNTO DE CONEXIÓN  
SE CONIL

Cruzamiento 01  
Carretera del Grullo  
Polígono 9, Parcela 9001  
Conil de la Frontera (Cádiz)  
Ref. Catastral: 11014A009090010000BT  
X-763626,9581 / Y-4020077,70333

LEYENDA

	Terreno natural
	Línea subterránea tramo I
	Línea subterránea tramo III
	Línea Aérea tramo II
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV
	Línea evacuación aérea a construir 20 kV
	SE Conil
	Apoyo proyectado
	Arqueta
	Limite de plataforma de la carretera
	Limite de edificación de carretera 25m

PERFIL CRUZAMIENTO 01



Cond. F: LA-110		
94-AL1/22-ST1A		
Apoyo 1 - Apoyo 2		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	837Kg	0,41m
0°C	765Kg	0,45m
5°C	697Kg	0,49m
10°C	632Kg	0,54m
15°C	573Kg	0,6m
20°C	519Kg	0,66m
25°C	472Kg	0,73m
30°C	430Kg	0,8m
35°C	394Kg	0,87m
40°C	363Kg	0,94m
45°C	336Kg	1,02m
50°C	314Kg	1,09m

Número	AP01	AP02
Ángulo (g)	0	0
Función	FL	FL
Altura útil cruceta inferior (m)	18,87 (Normal/K=12)	9,03 (Normal/K=12)
Serie Apoyo - Armado	C-4500-22 - T2	C-4500-12-T2
Tipo Cimentación	Monobloque	Monobloque
Datos Cimentación (m)	a=1,47/h=2,53	a=0,99/h=2,37
Número Vano	01	
Longitud (m)	79,35	

PERFIL  
Escala  
H: 1/2.000  
V: 1/500

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS

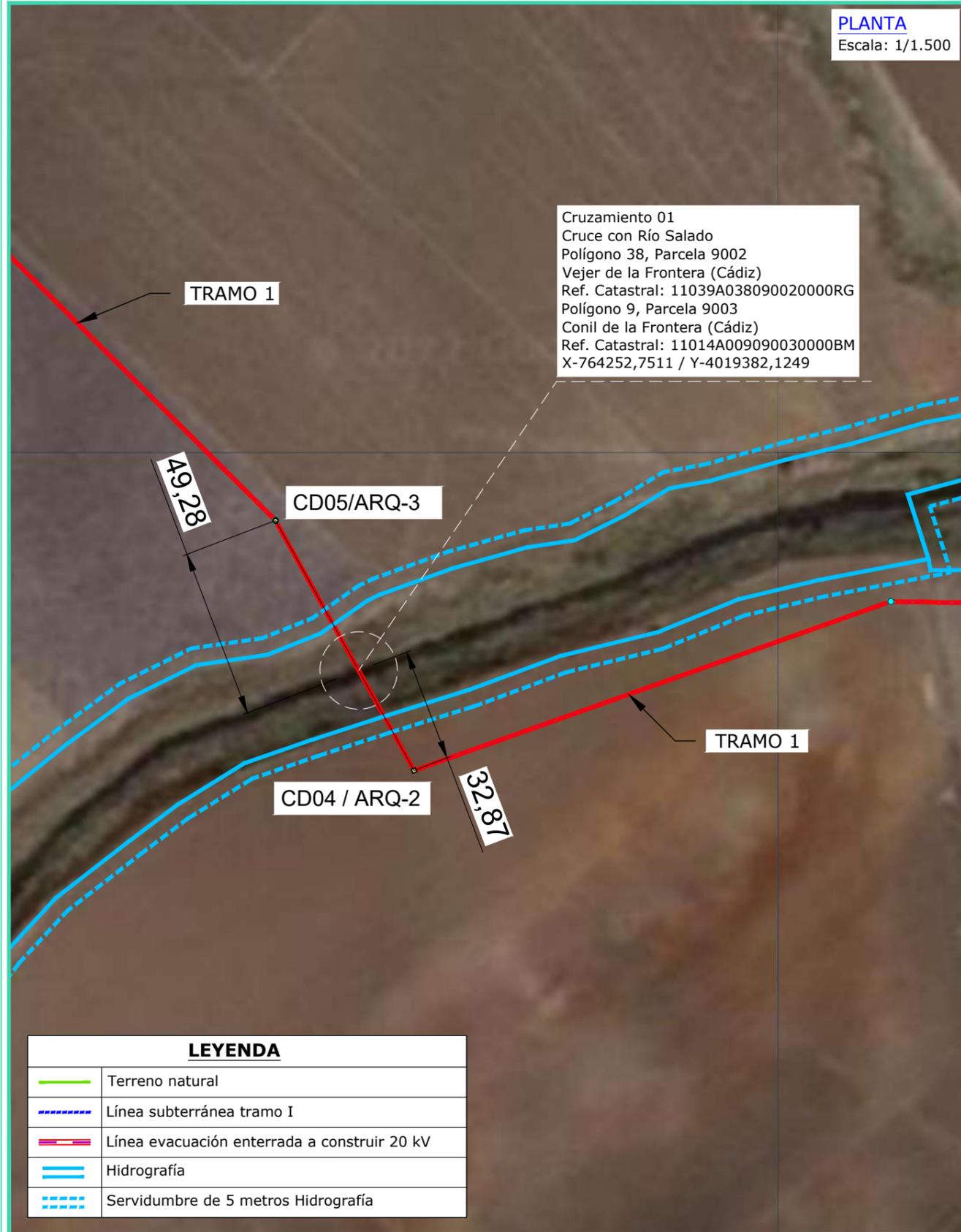
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

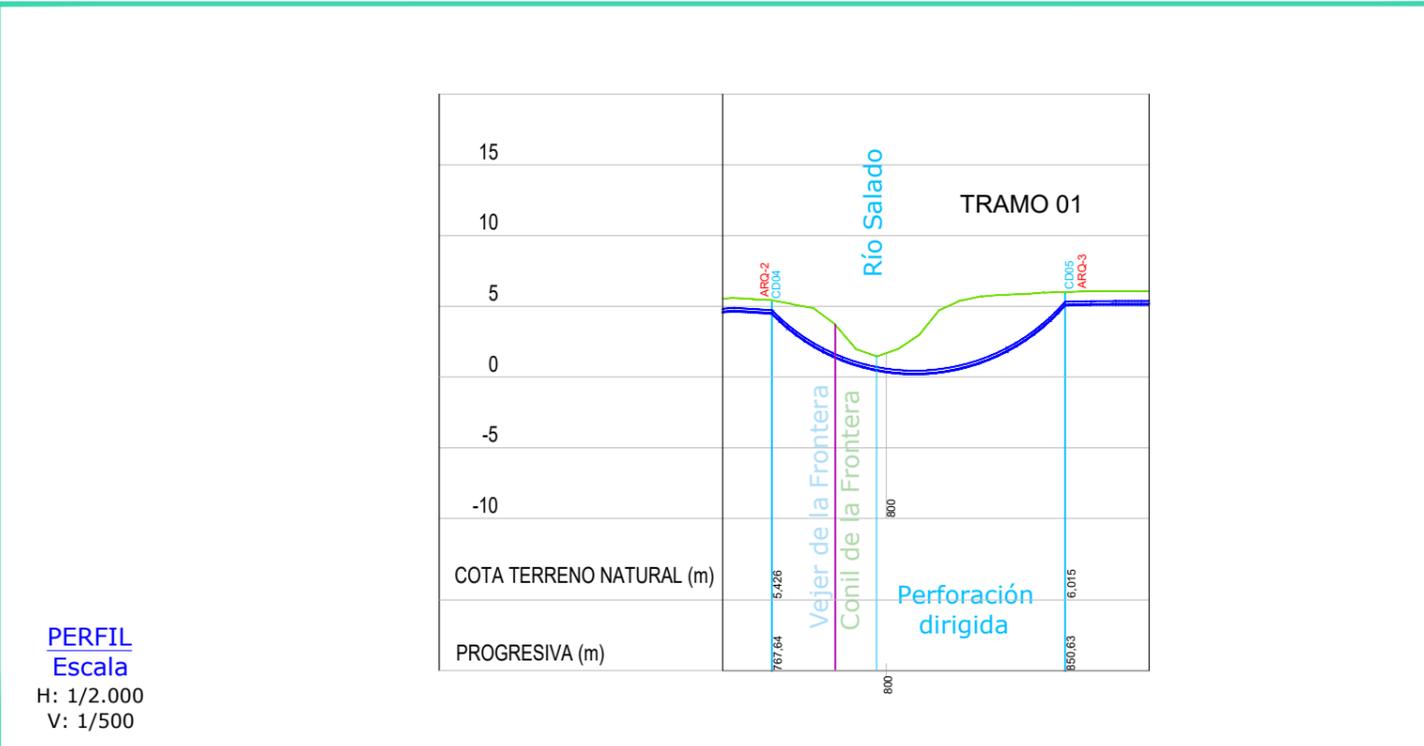
**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	22/08/2023	ESCALA
JMG	JMG	03/10/2024	INDICADAS
CMF	CMF	03/10/2024	Nº DE PLANO
CVJ	CVJ	03/10/2024	GN.306-2A

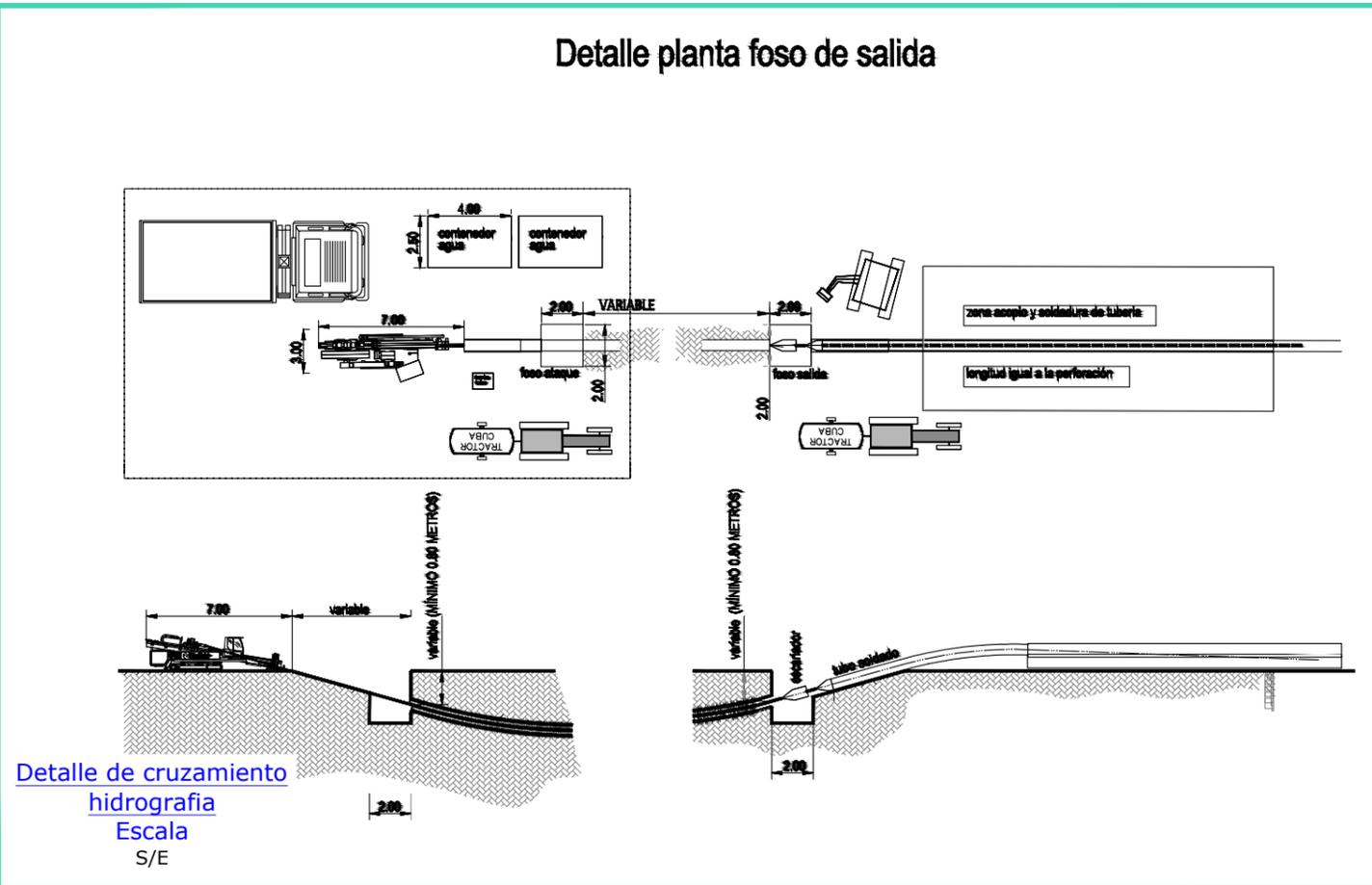
PLANTA CRUZAMIENTO 01



PERFIL CRUZAMIENTO 01



Detalle planta foso de salida



INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1.01. 41.001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-9182873. ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L. ARCHIVO-SP-IM029.01.2.D.GN-304-24

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

CRUZAMIENTOS CON HIDROGRAFÍA

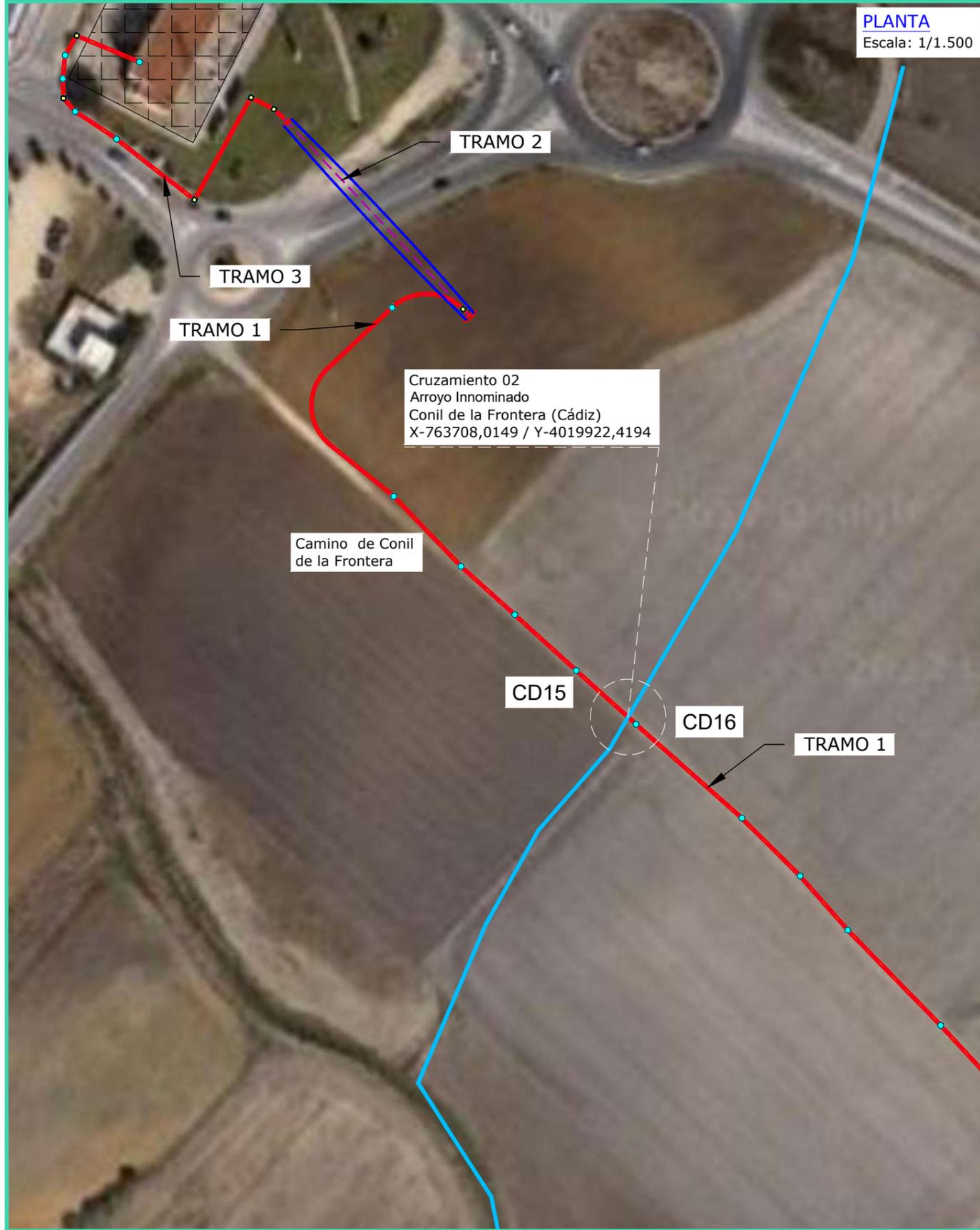
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

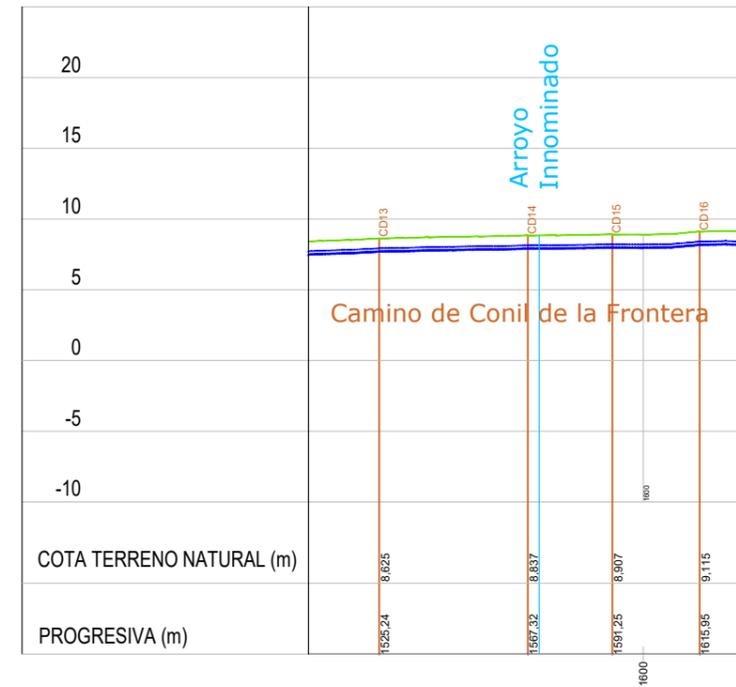
**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	21/08/2023	ESCALA INDICADAS
JMG	JMG	23/09/2024	Nº DE PLANO GN.304-2A 1/2
CMF	CMF	23/09/2024	
CVJ	CVJ	23/09/2024	

PLANTA CRUZAMIENTO 02



PERFIL CRUZAMIENTO 02



PERFIL  
Escala  
H: 1/2.000  
V: 1/500

LEYENDA	
	Terreno natural
	Línea subterránea tramo I
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV
	Línea evacuación aérea a construir 20 kV
	Hidrografía

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1 01. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-9182873. ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L. ARCHIVO-SP-IM029.01.2.D.GN-304-2A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

CRUZAMIENTOS CON HIDROGRAFÍA

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

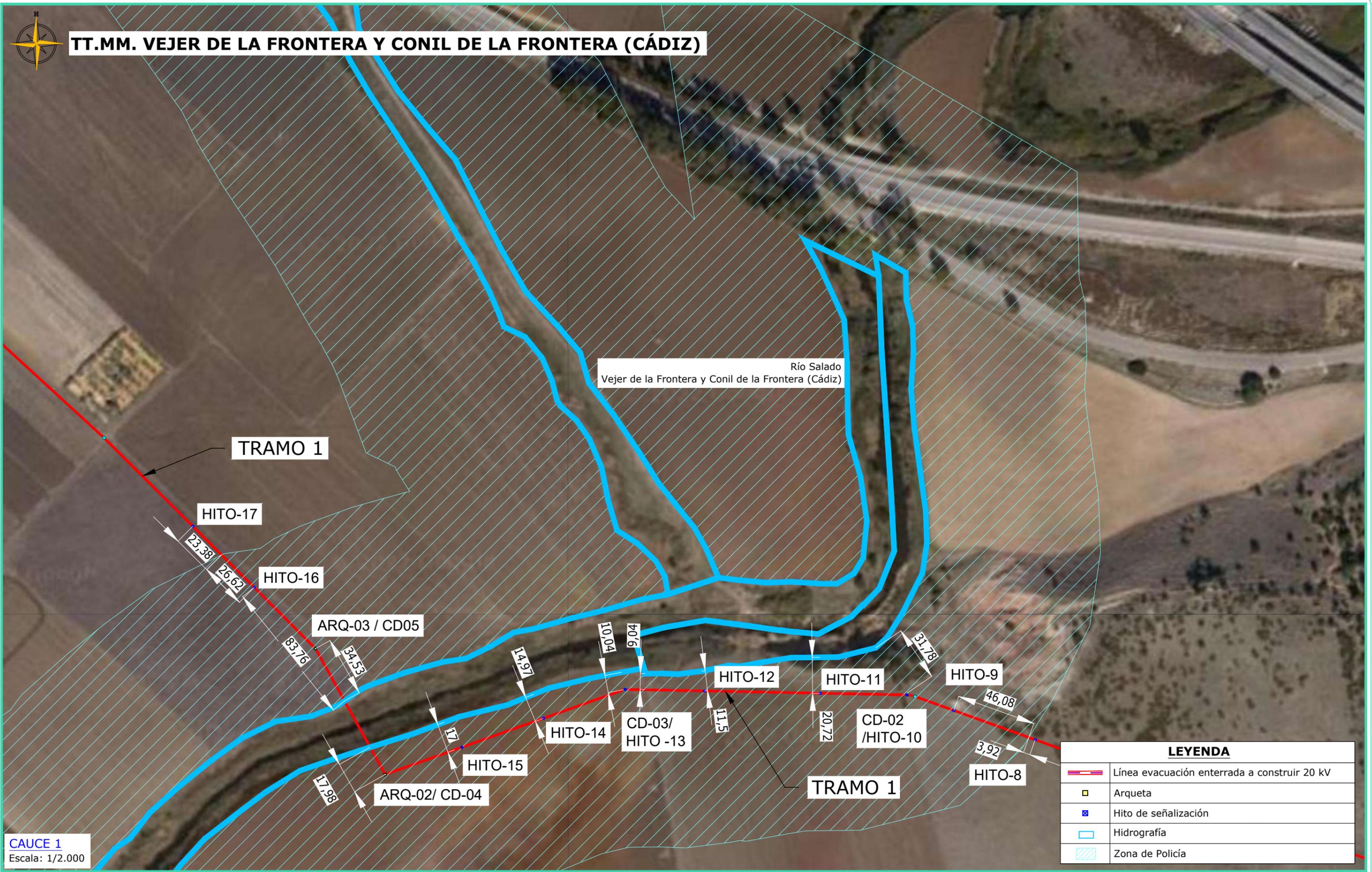
CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	21/08/2023	ESCALA INDICADAS
JMG	JMG	23/09/2024	Nº DE PLANO GN.304-2A 2/2
CMF	CMF	23/09/2024	
CVJ	CVJ	23/09/2024	



# TT.MM. VEJER DE LA FRONTERA Y CONIL DE LA FRONTERA (CÁDIZ)



**CAUCE 1**  
Escala: 1/2.000

LEYENDA	
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV
	Arqueta
	Hito de señalización
	Hidrografía
	Zona de Policía

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

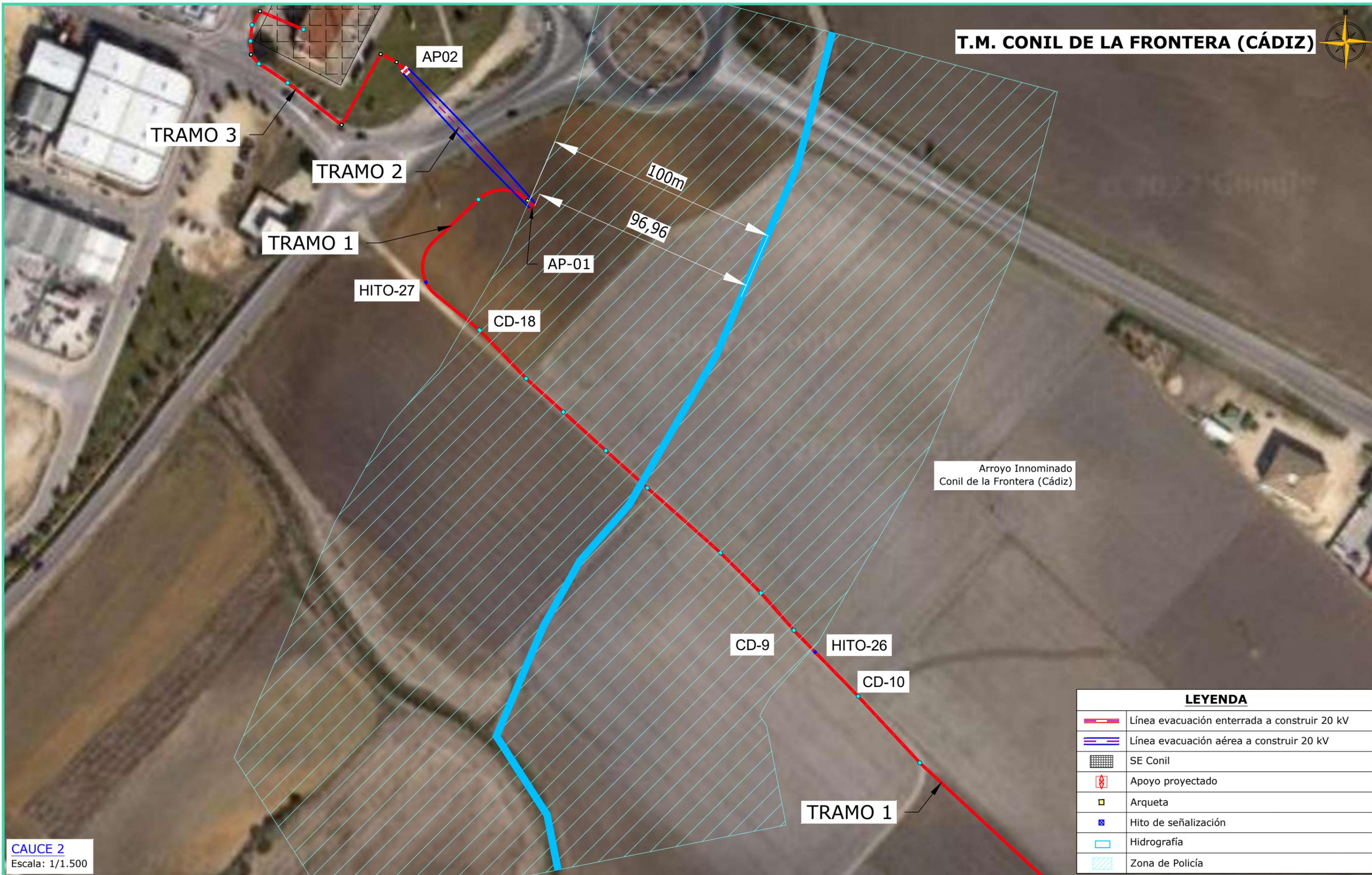
**OCUPACIÓN ZONA DE POLICÍA HIDRÁULICA**

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	CVJ	21/08/2023	ESCALA INDICADAS Nº DE PLANO GN.308-2A 1/2
DIBUJADO	JMG	24/09/2024	
REVISADO	CMF	24/09/2024	
APROBADO	CVJ	24/09/2024	



**T.M. CONIL DE LA FRONTERA (CÁDIZ)**



LEYENDA	
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV
	Línea evacuación aérea a construir 20 kV
	SE Conil
	Apoyo proyectado
	Arqueta
	Hito de señalización
	Hidrografía
	Zona de Policía

**CAUCE 2**  
Escala: 1/1.500

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
**FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**  
**Ocupación Zona de Policía Hidráulica**  
 SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

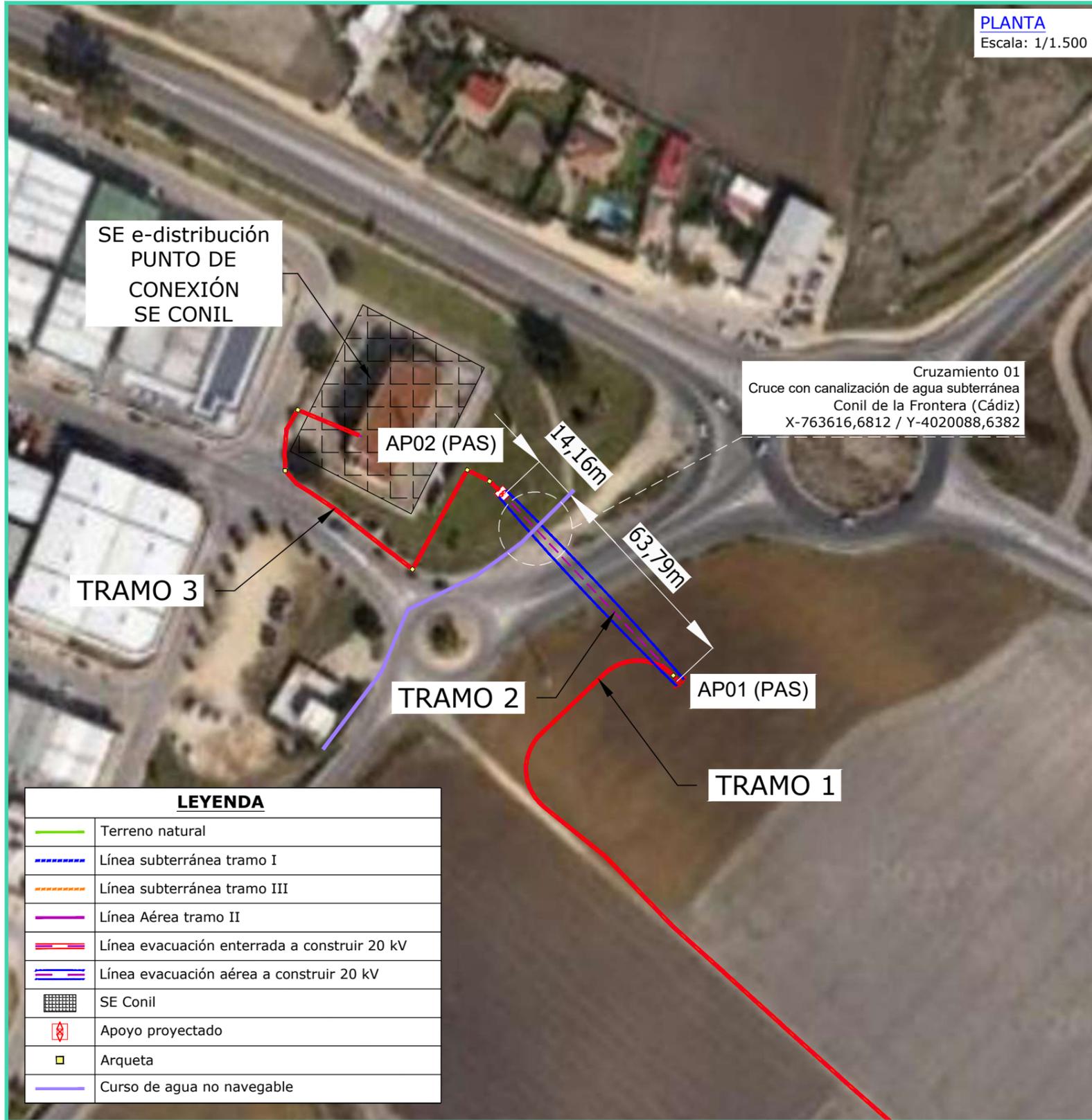
**ingenostrum**  
 Executing your decarbonisation vision

NOMBRE	FECHA	TIPO
PROYECTADO CVJ	21/08/2023	A3
DIBUJADO JMG	24/09/2024	ESCALA INDICADAS
REVISADO CMF	24/09/2024	
APROBADO CVJ	24/09/2024	Nº DE PLANO GN.308-2A 2/2

CONTACTO:

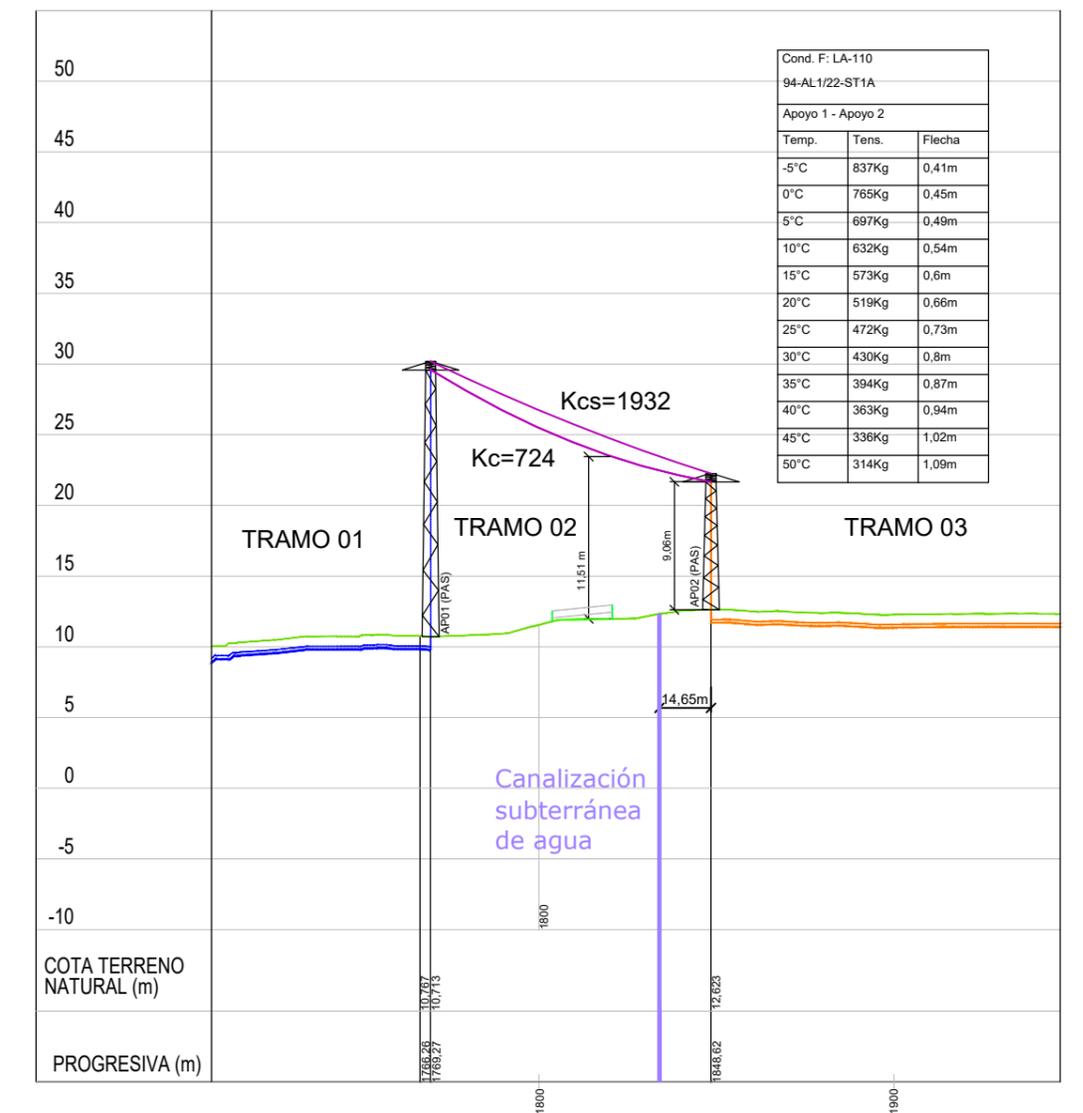
PLANTA CRUZAMIENTO 01

PLANTA  
Escala: 1/1.500



LEYENDA	
	Terreno natural
	Línea subterránea tramo I
	Línea subterránea tramo III
	Línea Aérea tramo II
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV
	Línea evacuación aérea a construir 20 kV
	SE Conil
	Apoyo proyectado
	Arqueta
	Curso de agua no navegable

PERFIL CRUZAMIENTO 01



Número	AP01	AP02
Ángulo (g)	0	0
Función	FL	FL
Altura útil cruceta inferior (m)	18,87 (Normal/K=12)	9,03 (Normal/K=12)
Serie Apoyo - Armado	C-4500-22 - T2	C-4500-12-T2
Tipo Cimentación	Monobloque	Monobloque
Datos Cimentación (m)	a=1,47/h=2,53	a=0,99/h=2,37
Número Vano		01
Longitud (m)		79,35

PERFIL  
Escala  
H: 1/2.000  
V: 1/500

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1 01. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91852873. ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINantemente PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L. ARCHIVO-SP-IM029.01.2.D.GN.307-2A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

CRUZAMIENTO CON CURSO DE AGUA NO NAVEGABLE

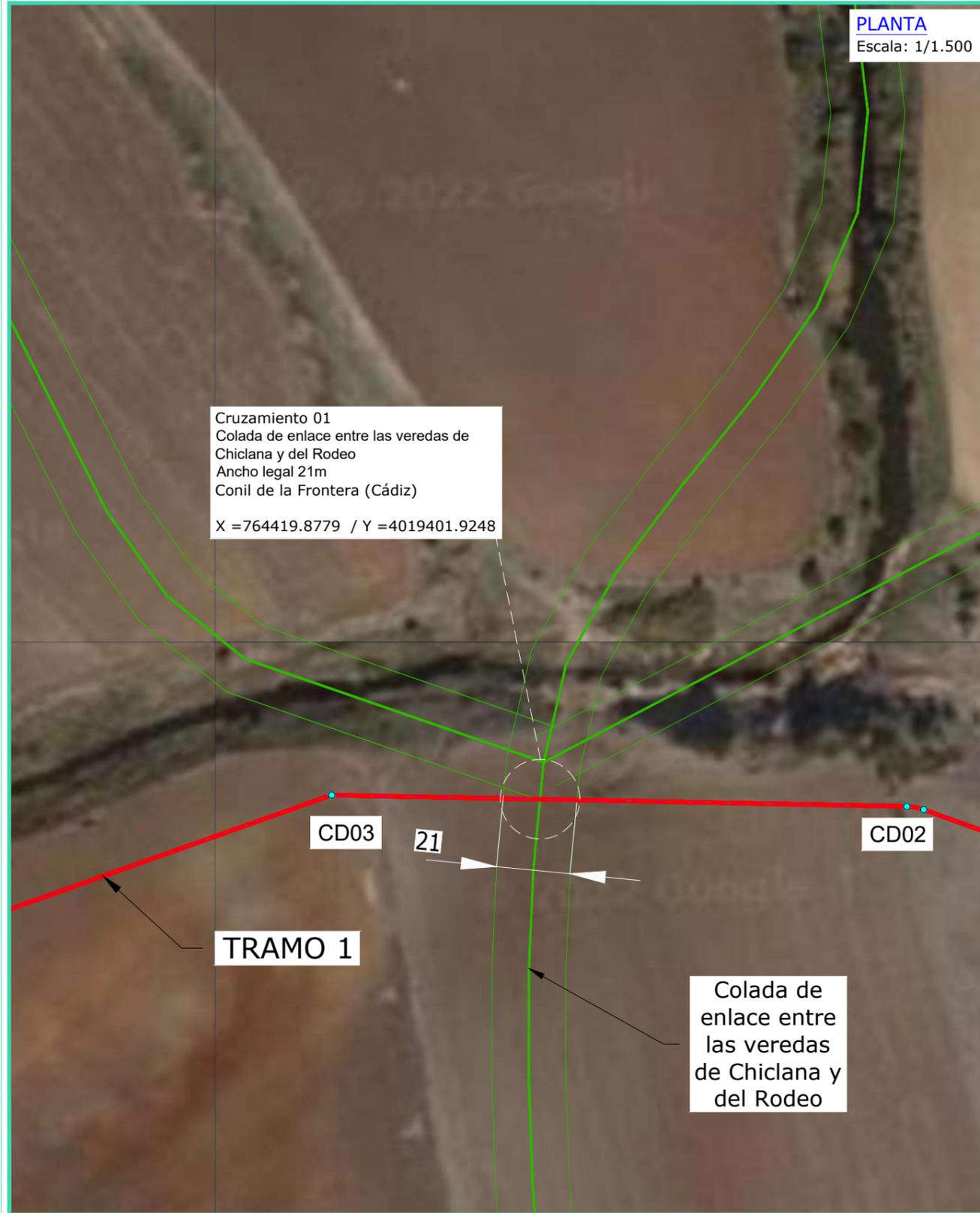
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

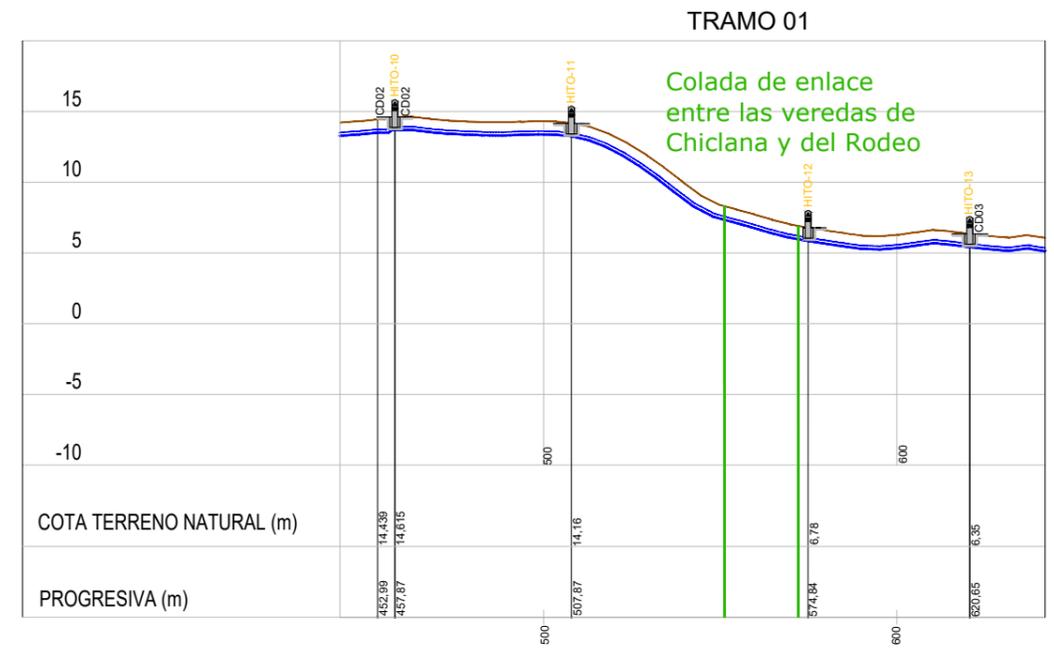
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	22/08/2023	ESCALA INDICADAS
JMG	JMG	03/10/2024	Nº DE PLANO GN.307-2A
CMF	CMF	03/10/2024	
CVJ	CVJ	03/10/2024	

PLANTA CRUZAMIENTO 01



PLANTA  
Escala: 1/1.500

PERFIL CRUZAMIENTO 01



PERFIL  
Escala  
H: 1/2.000  
V: 1/500

LEYENDA	
	Terreno natural
	Línea subterránea tramo I
	Vía pecuaria
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1 01. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91822873. ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L. ARCHIVO-SP-IM029-01.2.D.GN-305-3A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	APC	MTC	CVJ
3A	MODIFICACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

**CRUZAMIENTOS CON VÍAS PECUARIAS**

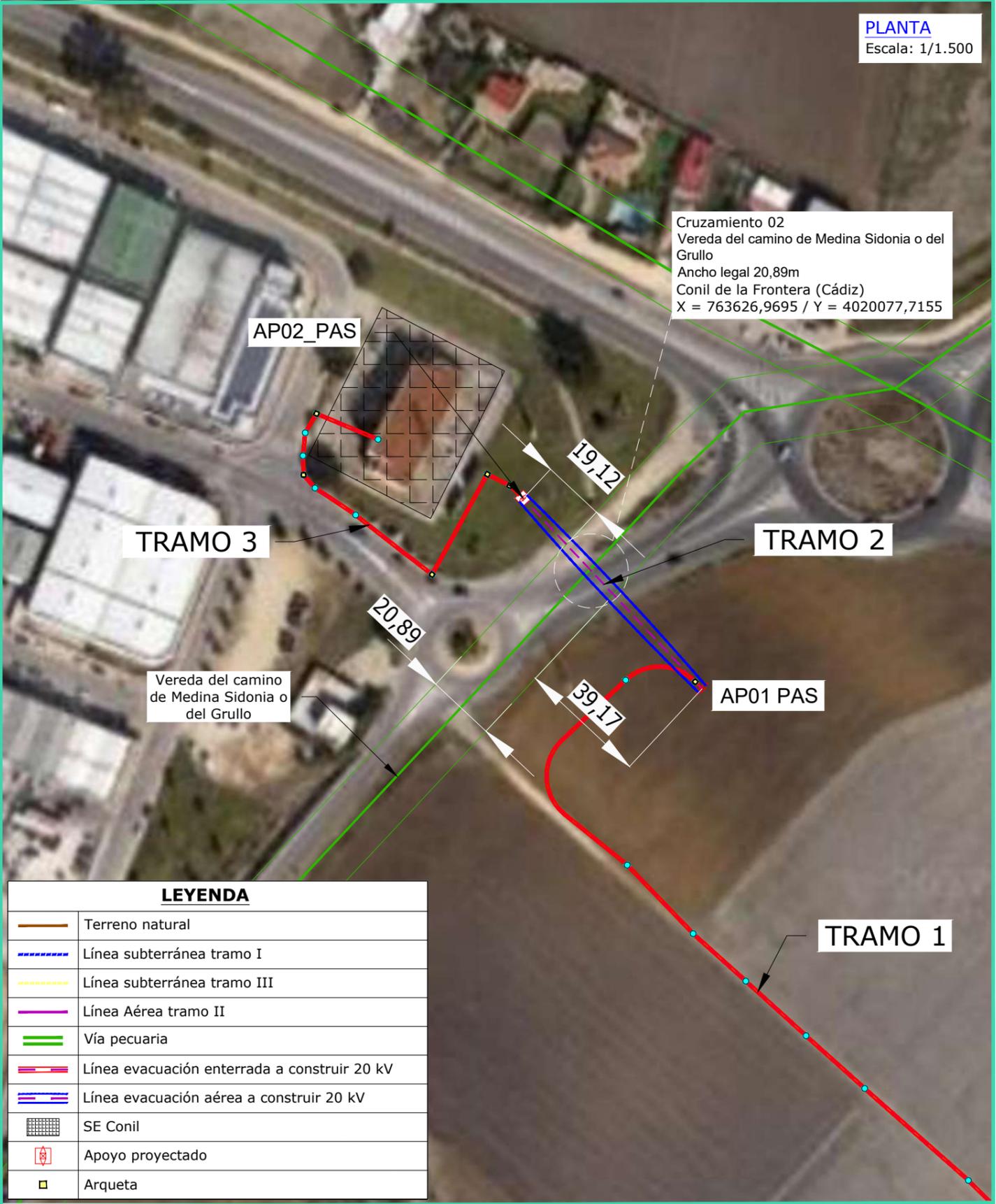
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	23/04/2024	ESCALA INDICADAS
JMG	JMG	03/10/2024	Nº DE PLANO
CMF	CMF	03/10/2024	GN.305-3A 1/2
CVJ	CVJ	03/10/2024	

PLANTA CRUZAMIENTO 02

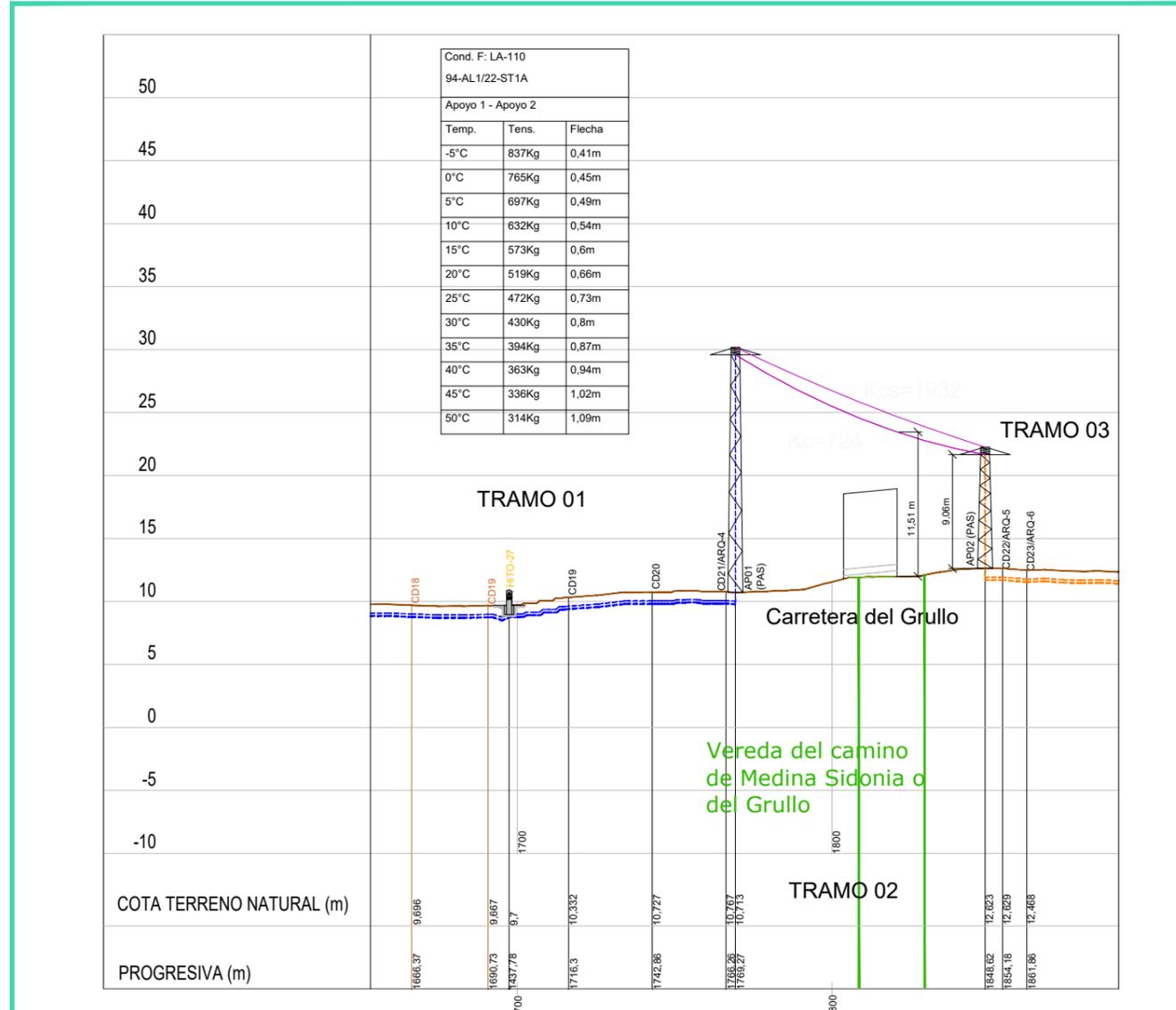


PLANTA  
Escala: 1/1.500

**LEYENDA**

	Terreno natural
	Línea subterránea tramo I
	Línea subterránea tramo III
	Línea Aérea tramo II
	Vía pecuaria
	Línea evacuación enterrada a construir 20 kV
	Línea evacuación aérea a construir 20 kV
	SE Conil
	Apoyo proyectado
	Arqueta

PERFIL CRUZAMIENTO 02



PERFIL  
Escala  
H: 1/2.000  
V: 1/500

Número	AP01	AP02
Ángulo (g)	0	0
Función	FL	FL
Altura útil cruceta inferior (m)	18,87 (Normal/K=12)	9,03 (Normal/K=12)
Serie Apoyo - Armado	C-4500-22 - T2	C-4500-12-T2
Tipo Cimentación	Monobloque	Monobloque
Datos Cimentación (m)	a=1,47/h=2,53	a=0,99/h=2,37
Número Vano	01	
Longitud (m)	79,35	

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1 01. 41.001. Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-9182873. ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L. ARCHIVO-SP-INV029.01.2.D.GN.305-3A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN LÍNEA SUBTERRANEA	CVJ	APC	CMF	CVJ
2A	MODIFICACIÓN DISTANCIA AP04 A VEREDA	CVJ	APC	MTC	CVJ
3A	MODIFICACIÓN LINEA DE EVACUACIÓN	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

CRUZAMIENTOS CON VÍAS PECUARIAS

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
	CVJ	23/04/2024	
	JMG	03/10/2024	
	CMF	03/10/2024	
	CVJ	03/10/2024	

ESCALA INDICADAS  
Nº DE PLANO GN.305-3A 2/2



**TT.MM. CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ, ESPAÑA**

COORDENADAS  
X = 763616.4025  
Y = 4020006.5852

Polígono 9 Parcela 9005  
CAMINO. Conil de la Frontera (Cádiz)  
Ref. Catastral: 11014A009090050000BK

COORDENADAS  
X = 763828.9728  
Y = 4019800.8513

LEYENDA	
<b>CAMINO PÚBLICO</b>	
	Traza subterránea (296,18 ml)
	Servidumbre permanente (296,10 m <sup>2</sup> )
	Límite de parcela
Referencia Catastral: 11014A009090050000BK	

\*COORDENADAS UTM HUSO 29

**LAYOUT**  
Escala: 1/1500

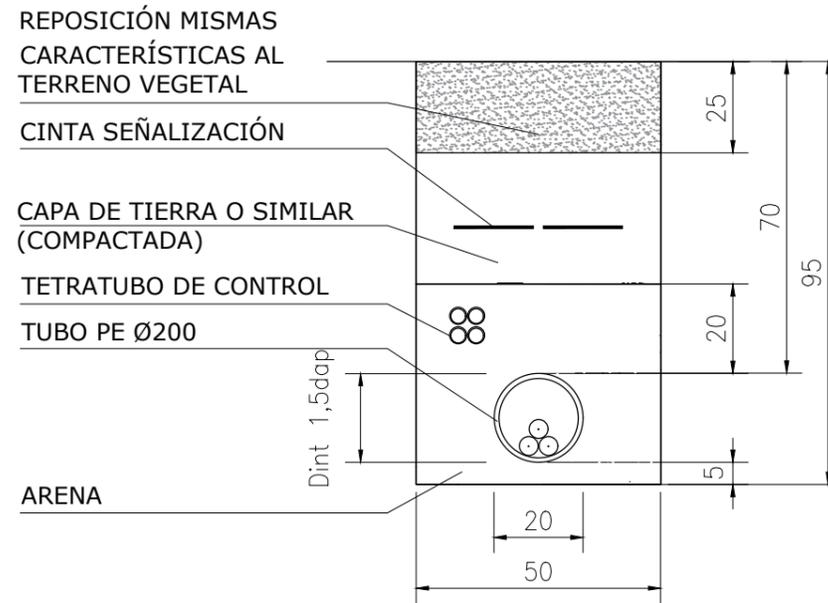
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

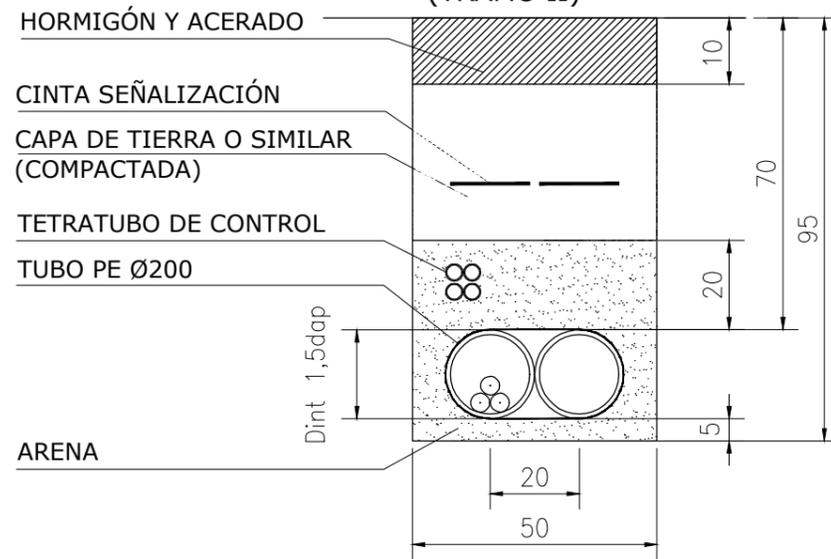
<b>LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL</b>	
<b>OCUPACIÓN CAMINOS PÚBLICOS</b>	
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)	
CONTACTO:	

<b>ingenostrum</b> <small>Executing your decarbonisation vision</small>			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	CVJ	23/09/2024	ESCALA
REVISADO	JMG	03/10/2024	1/1500
APROBADO	CMF	03/10/2024	Nº DE PLANO
	CVJ	03/10/2024	GN.310-0A

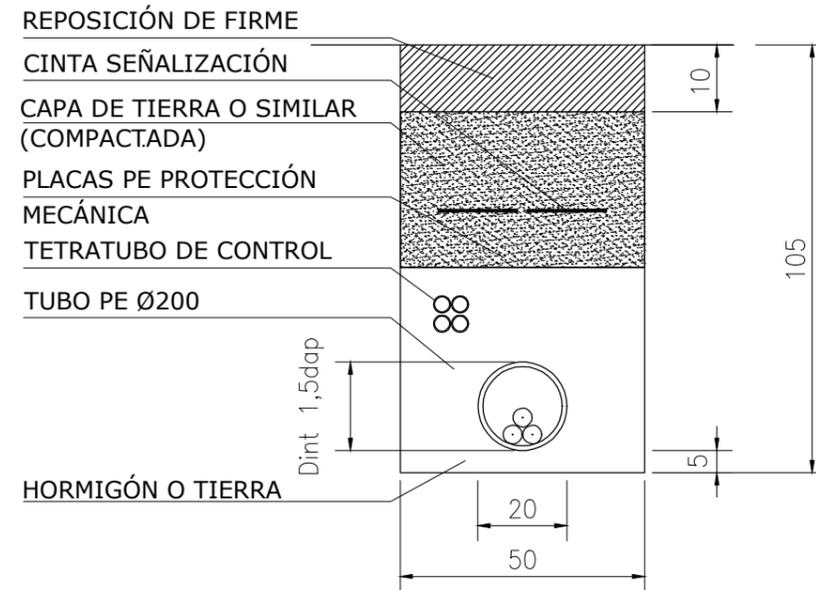
### CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO SIMPLE CIRCUITO ENTRE ( A1 A CD-04 ) ( A3 A CD09 ) ( CD-19 A CD21 ) (TRAMO I)



### CANALIZACIÓN EN ACERA Y ZONA AJARDINADA SIMPLE CIRCUITO ENTRE A-5/CD22 A SE e-DISTRIBUCIÓN (TRAMO II)



### CANALIZACIÓN EN CAMINO SIMPLE CIRCUITO ENTRE (CD-9 A CD-19 ) (TRAMO I)



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	EMISIÓN INICIAL	CVJ	JMG	CMF	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
**FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

**DETALLES DE ZANJAS**

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

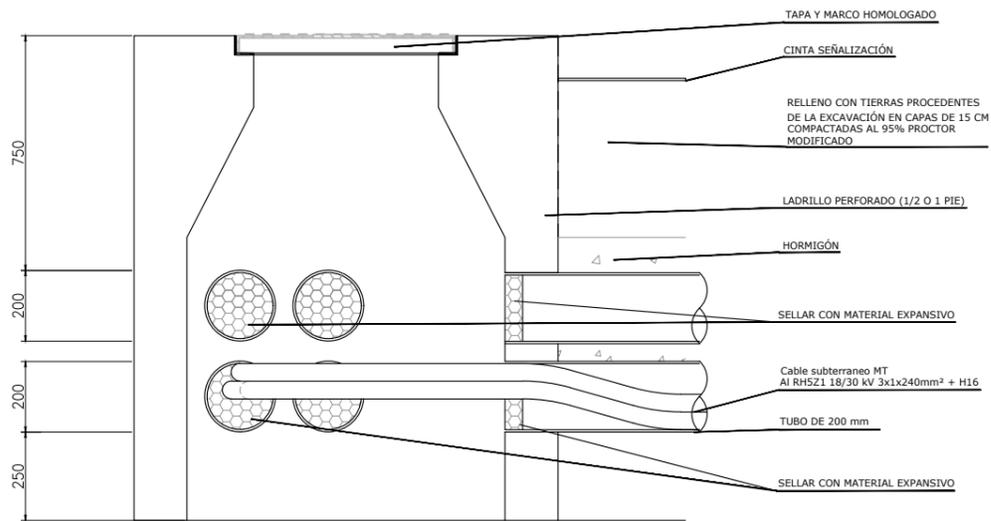
**ingenostrum**  
 Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
CVJ	CVJ	23/09/2023	ESCALA
JMG	JMG	23/09/2023	E:1/20
CMF	CMF	23/09/2023	Nº DE PLANO
CVJ	CVJ	23/09/2023	CV.301-1A

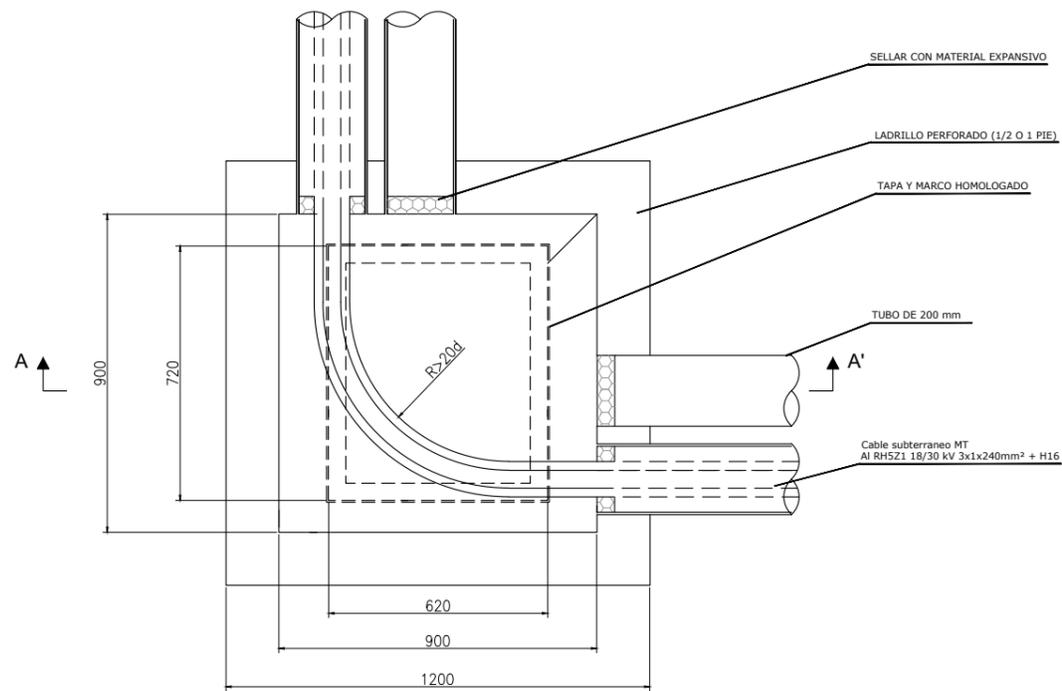
## ARQUETA REGISTRABLE

### ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

#### SECCIÓN A-A'

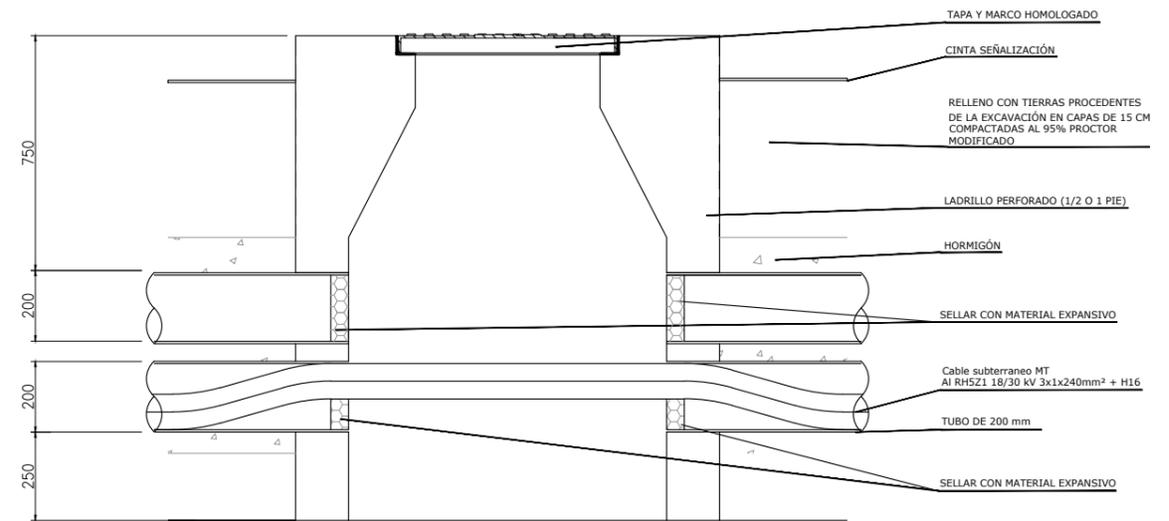


#### PLANTA

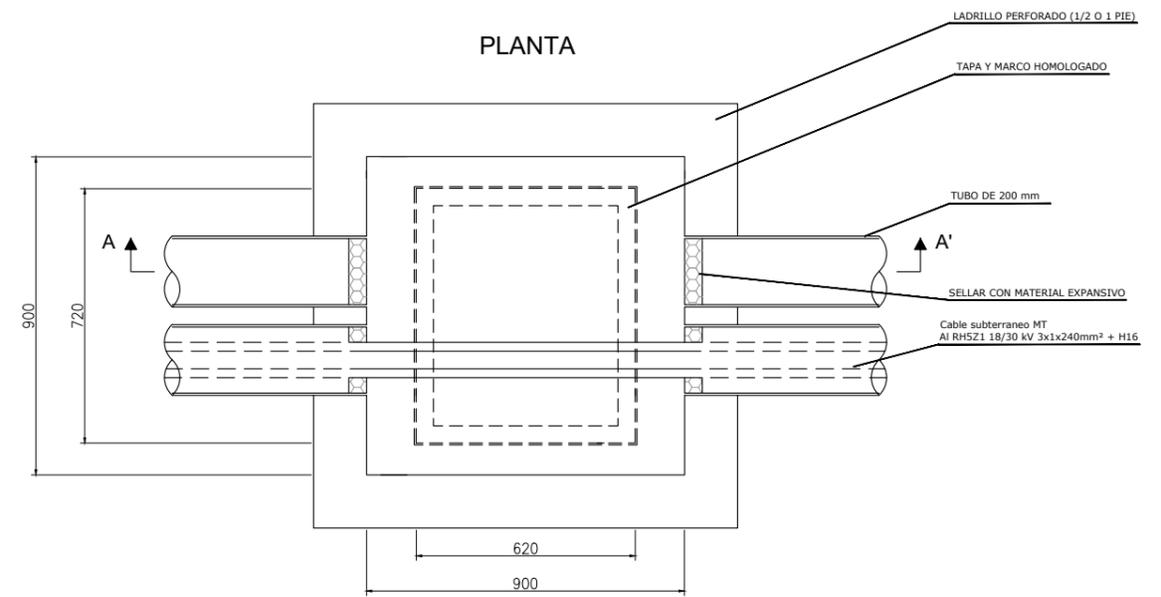


### ARQUETA DE ALINEACIÓN

#### SECCIÓN A-A'



#### PLANTA



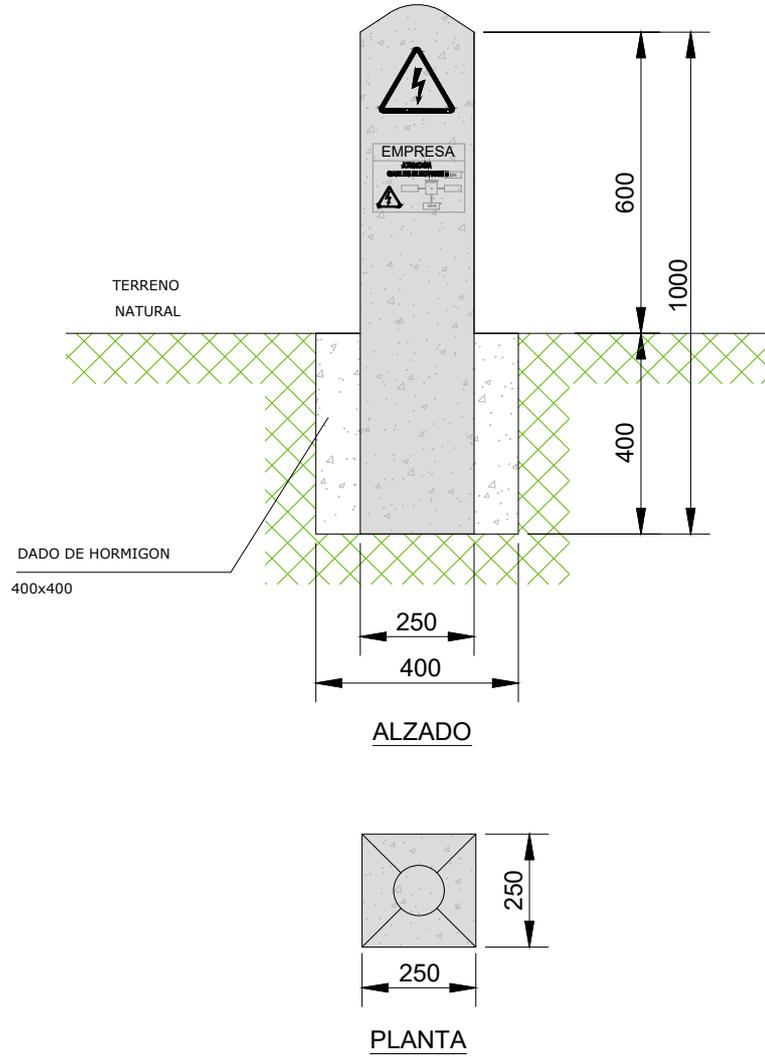
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	CVJ	JMG	CMF	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

<b>LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV</b>	
<b>FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL</b>	
DETALLE ARQUETAS	
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)	
CONTACTO:	

<b>ingenostrum</b>			TIPO A3
Executing your decarbonisation vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	ESCALA
DIBUJADO	CVJ	23/09/2024	
REVISADO	JMG	23/09/2024	E:1/20
APROBADO	CMF	23/09/2024	
	CVJ	23/09/2024	Nº DE PLANO
			CV.303-0A 1de2

## HITO DE SEÑALIZACIÓN



**-LOS HITOS IRÁN SITUADOS CADA 50 m Y EN  
LOS CAMBIOS DE DIRECCION DE LAS ZANJAS**

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	CVJ	JMG	CMF	JBM

ARCHIVO: SP:IN029.01.2.D.CV.303-0A

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

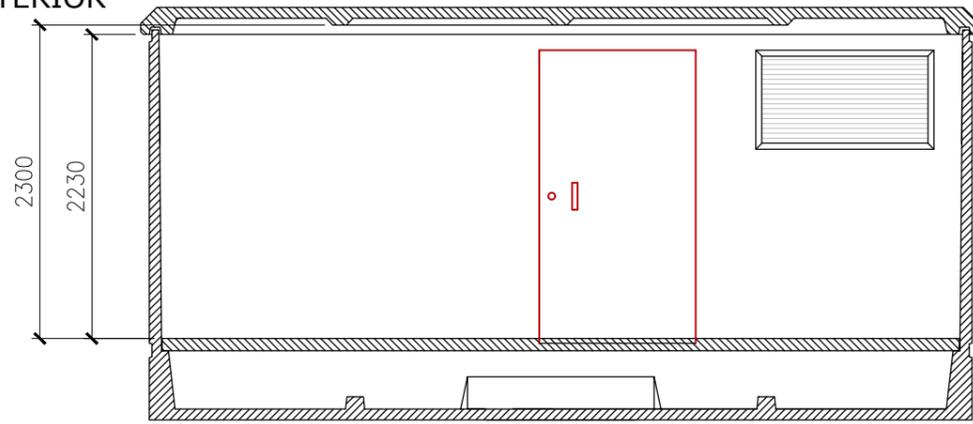
### DETALLE HITO

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

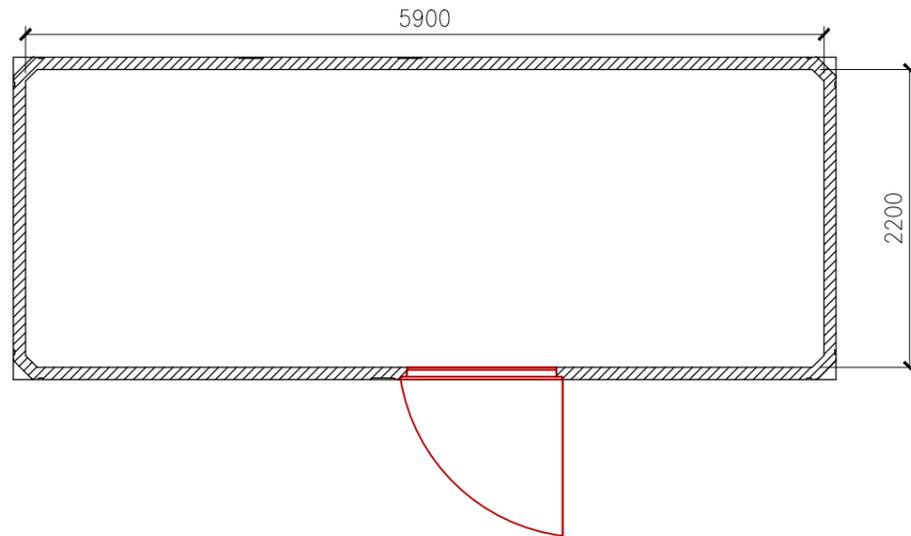
**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	CVJ	23/09/2024	ESCALA
DIBUJADO	JMG	23/09/2024	E:1/15
REVISADO	CMF	23/09/2024	Nº DE PLANO
APROBADO	CVJ	23/09/2024	CV.303-0A 2de2

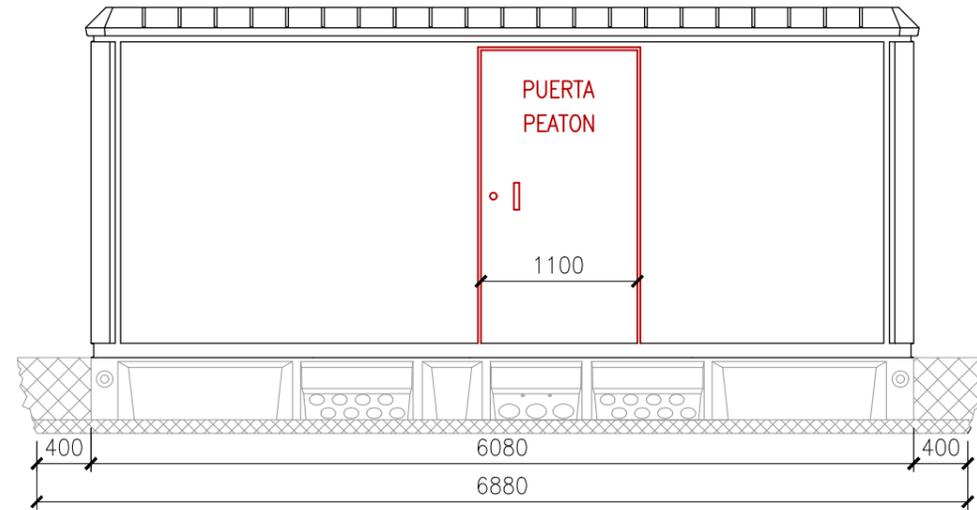
VISTA INTERIOR



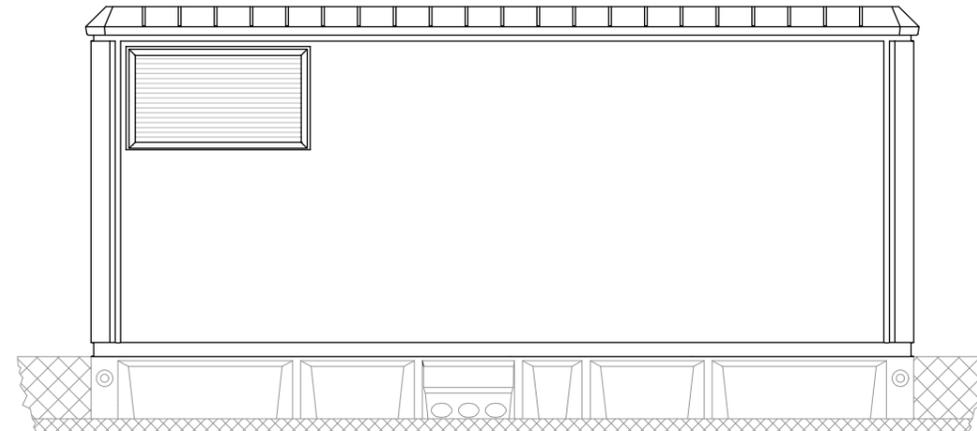
PLANTA



VISTA FRONTAL

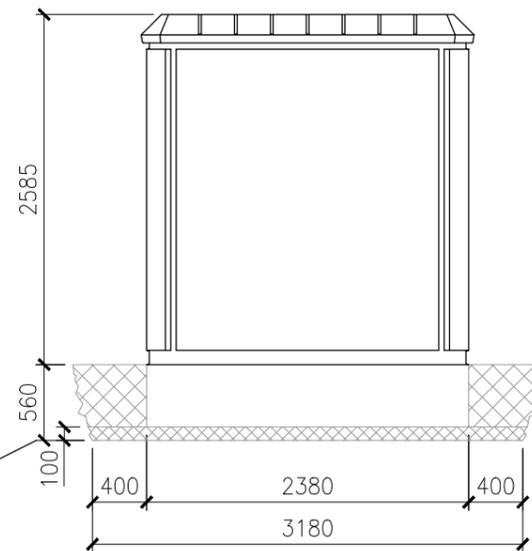


VISTA POSTERIOR

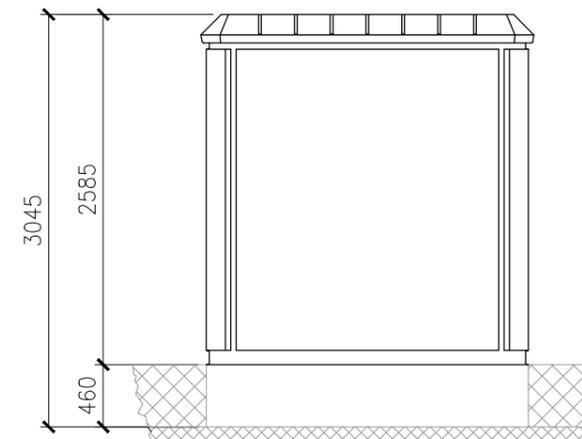


Arena de nivelación

VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA LATERAL DERECHA



Consultar en caso de instalación en pendiente

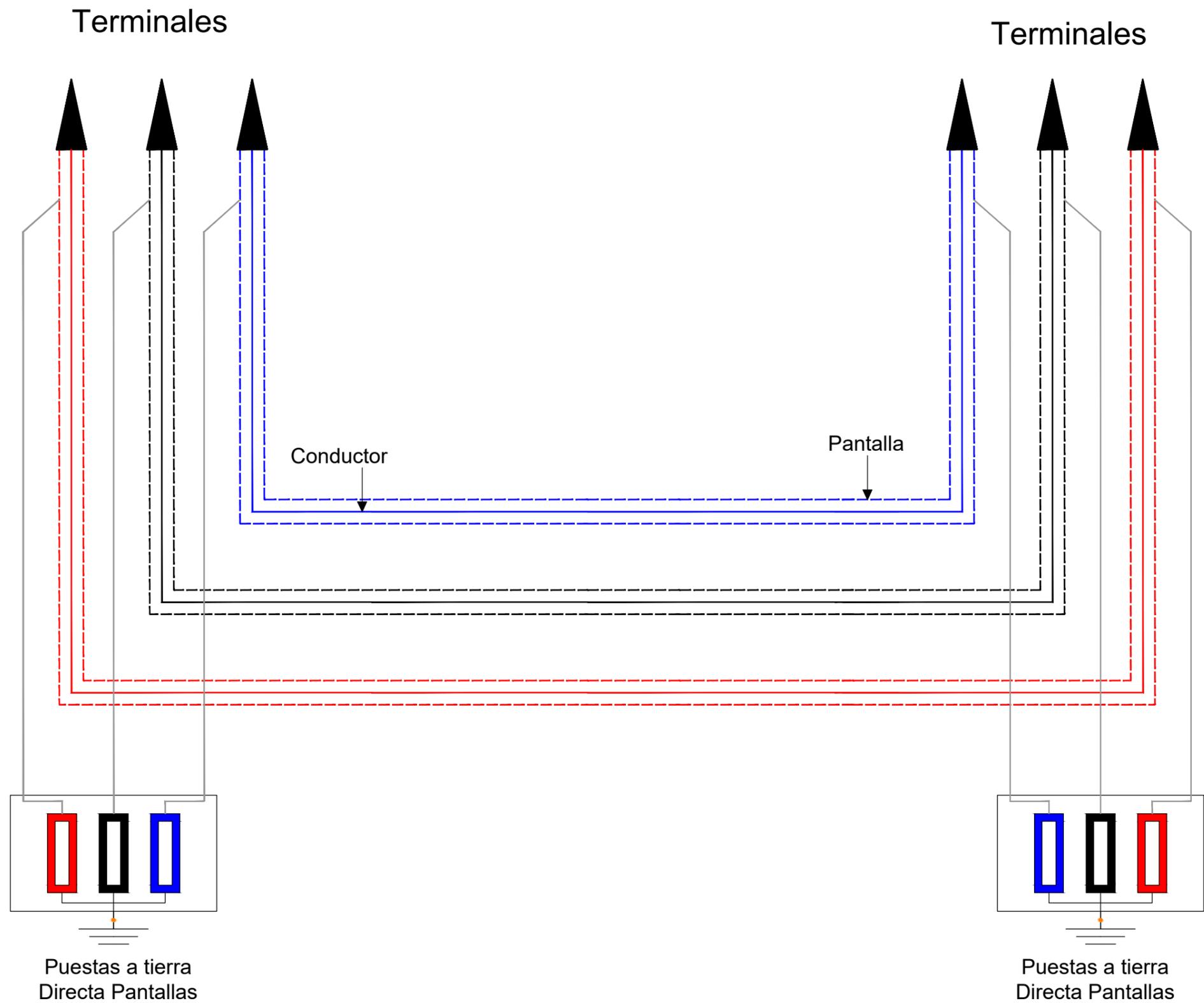
**NOTA:** Dimensiones de la excavación: 6,88 m ancho x 3,18 m fondo x 0,56 m de profundidad

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

<b>LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV</b>	
<b>FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL</b>	
<b>CENTRO DE SECCIONAMIENTO</b>	
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)	
	CONTACTO:

<b>ingenostrum</b>			TIPO A3
Executing your decarbonisation vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	ESCALA S/E
DIBUJADO	JML	27/04/2022	
REVISADO	ASD	27/04/2022	
APROBADO	CMF	12/05/2022	
	JBM	12/05/2022	Nº DE PLANO CV.302-0A



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
**FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

ESQUEMA PUESTA A TIERRA SIN CÁMARA EMPALME

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

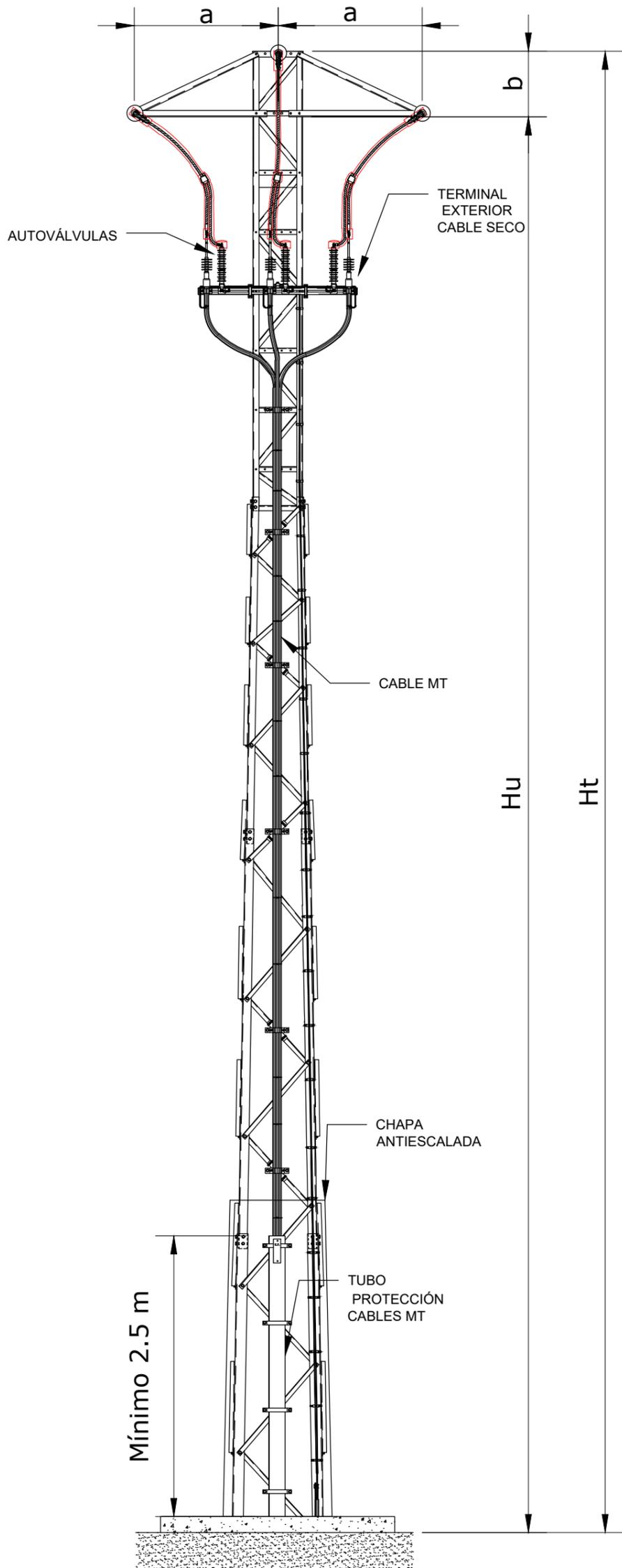
CONTACTO:

**ingenostrum**  
 Executing your decarbonisation vision

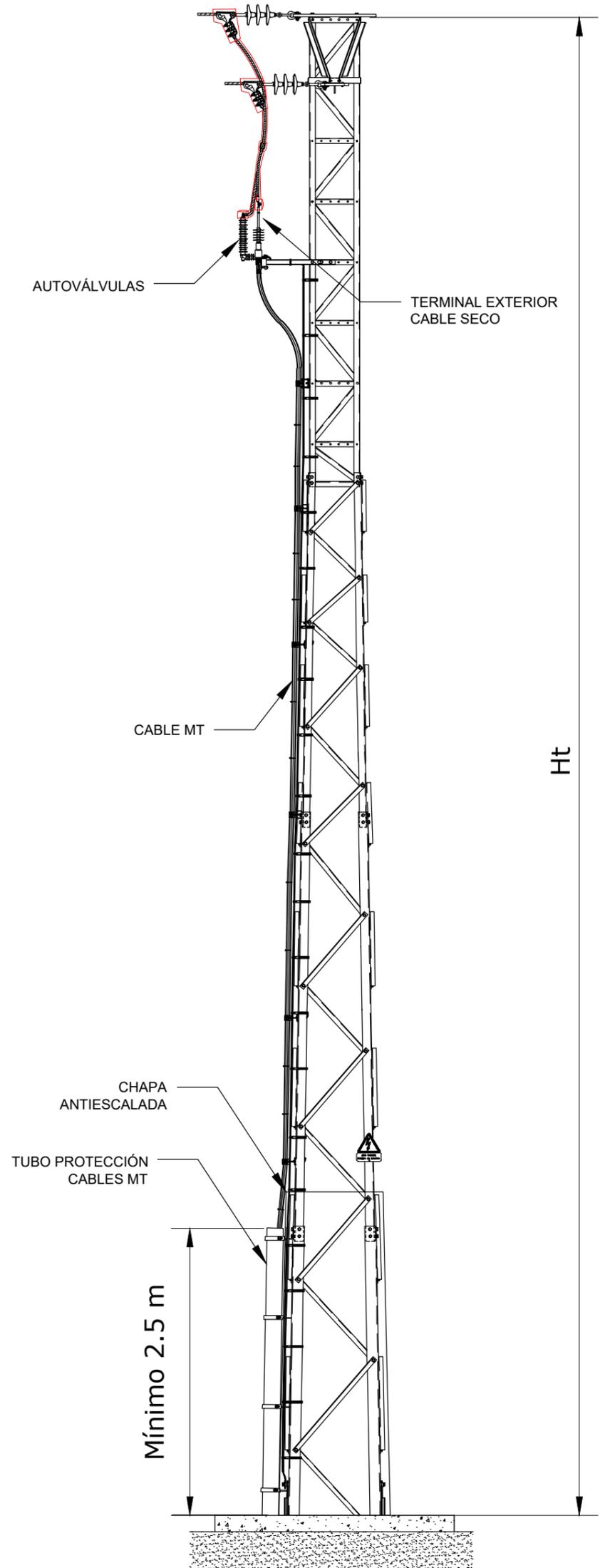
	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JML	26/04/2022	ESCALA
DIBUJADO	ASD	26/04/2022	S/E
REVISADO	CMF	12/05/2022	Nº DE PLANO
APROBADO	JBM	12/05/2022	EL.302-0A

# CONVERSIÓN AÉREA / SUBTERRÁNEA

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



Nº de apoyo	Denominación	Altura total apoyo (m)	Altura útil (m)	a (m)	b (m)	Código armado	Peso (kg)
AP01 (PAS)	C-4500-22	19,47	18,87	1,5	0,6	T2	2.425
AP02 (PAS)	C-4500-12	9,63	9,03	1,5	0,6	T2	1.108

ARCHIVO:SP.IN029.01.2.D.MC.305-1A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	REVISIÓN A TRAZA SUBTERRÁNEA	CVJ	JMG	CMF	CVJ

LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

DETALLE APOYO CONVERSIÓN SUBTERRÁNEO-AÉREO

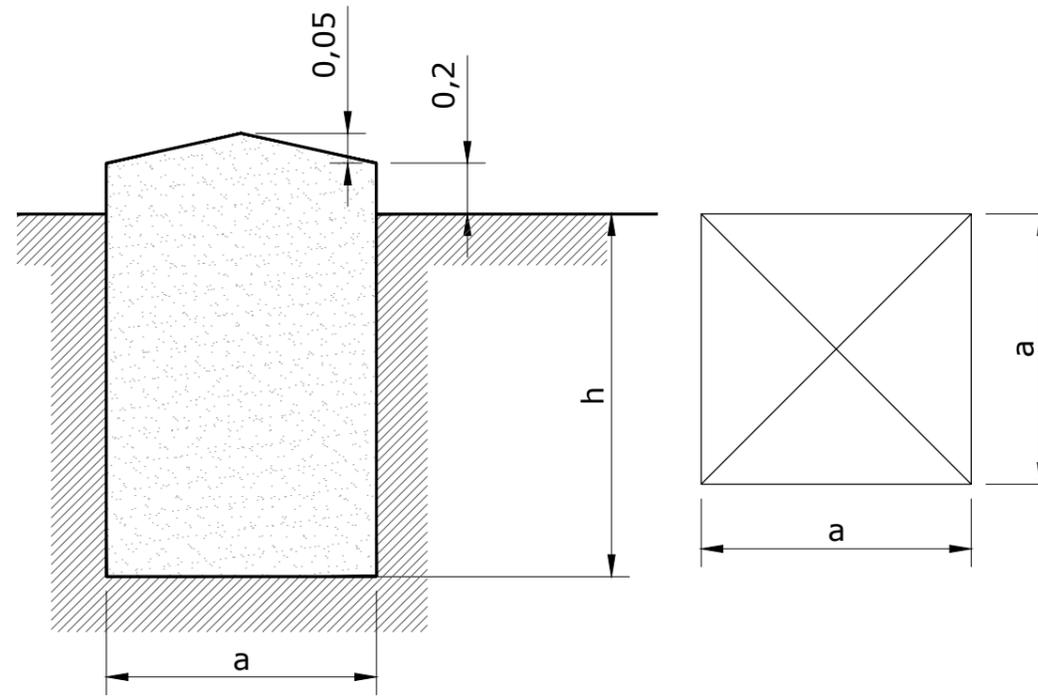
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
CVJ	CVJ	26/04/2022	A3
DIBUJADO	JMG	01/10/2024	ESCALA
REVISADO	CMF	01/10/2024	S/E
APROBADO	CVJ	01/10/2024	Nº DE PLANO
			MC.305-1A

### CIMENTACIÓN MONOBLOQUE CUADRADA RECTA



Nº de apoyo	Apoyo	Terreno	Tipo de Cimentación	a	h	Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
AP01	C-4500-22	Normal	Monobloque	1,47	2,53	5,47	5,9
AP02	C-4500-12	Normal	Monobloque	0,99	2,37	2,32	2,52

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM
1A	MODIFICACIÓN DE LA RED SUBTERRANEA	CVJ	JMG	CMF	CVJ

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

CIMENTACIONES

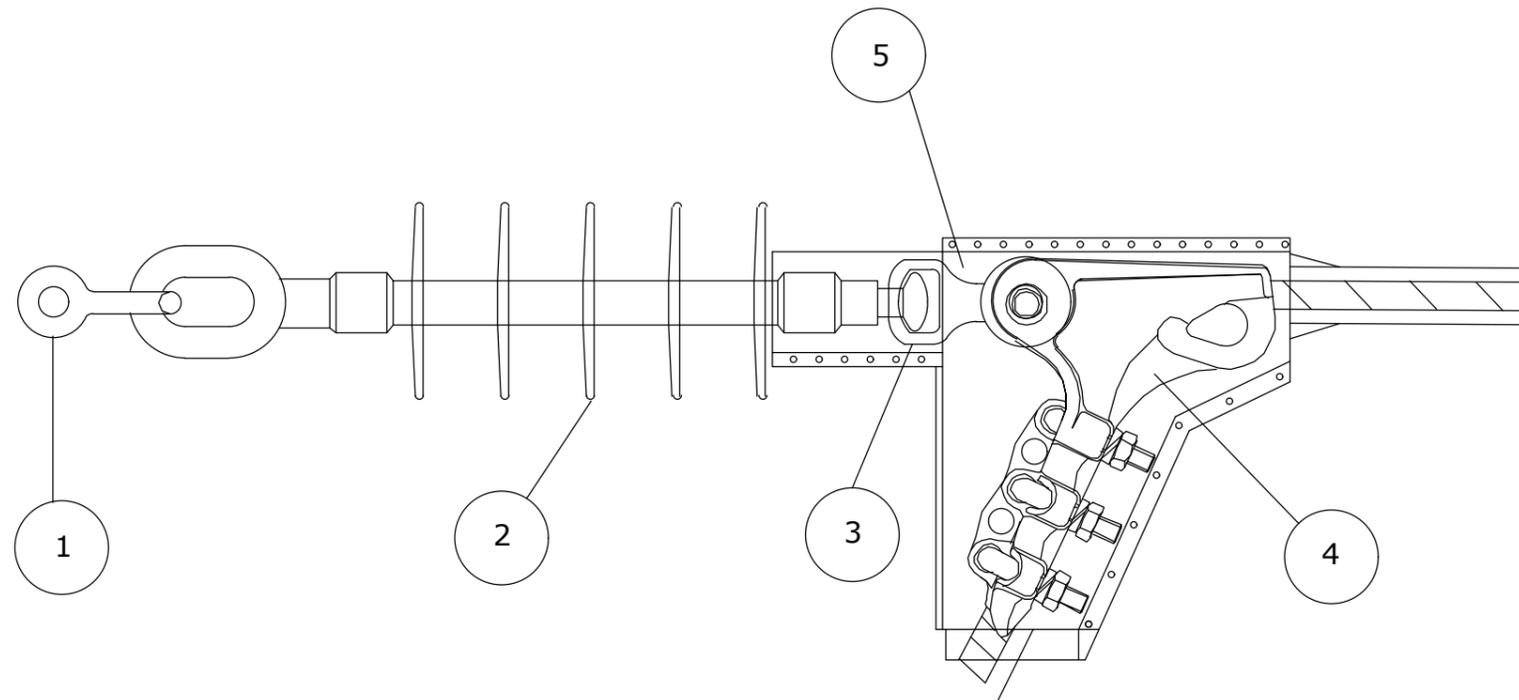
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	CVJ	25/04/2022	ESCALA
DIBUJADO	JMG	01/10/2024	S/E
REVISADO	CMF	01/10/2024	Nº DE PLANO
APROBADO	CVJ	01/10/2024	MC.301-1A

### AMARRE SENCILLO CON GRAPA



1	GRILLETE NORMAL
2	AISLADOR POLIMÉRICO
3	RÓTULA CORTA
4	GRAPA DE AMARRE
5	FORRO AVIFAUNA

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
**FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

DETALLE CADENA DE AMARRE

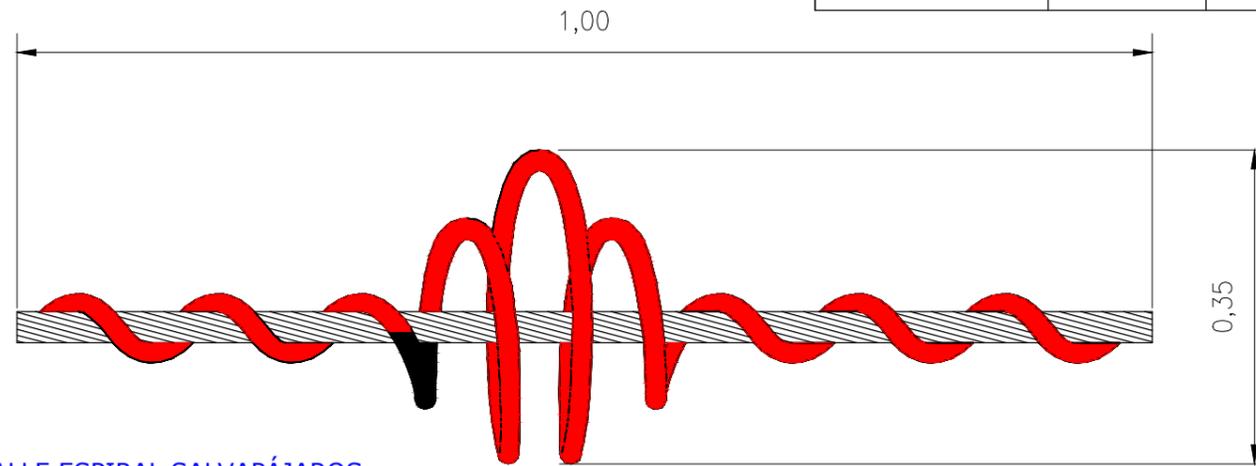
SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
 Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JML	25/04/2022	ESCALA
DIBUJADO	ASD	25/04/2022	S/E
REVISADO	CMF	12/05/2022	Nº DE PLANO
APROBADO	JBM	12/05/2022	MC.302-0A

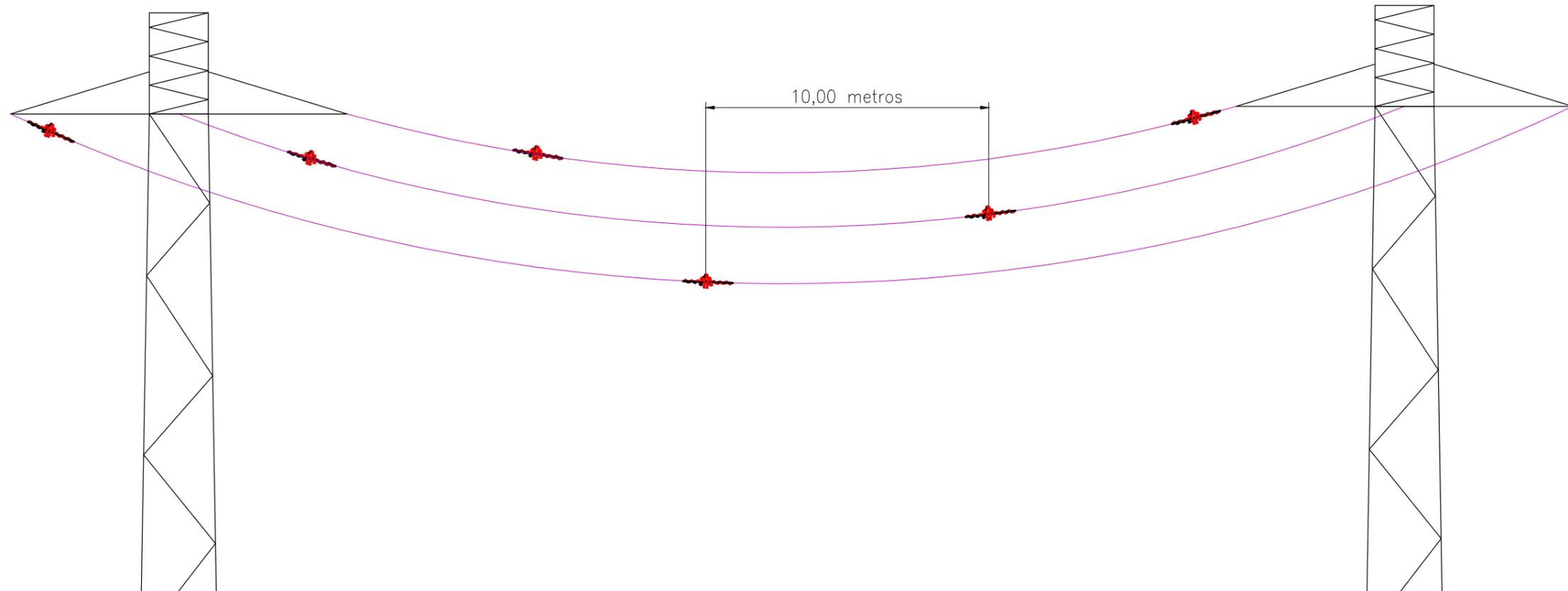
ESPIRAL SALVAPÁJAROS		
REFERENCIA	GAMA DE APLICACIÓN mm Ø	
	MIN	MAX
SPD-17,51 / 21,80	17,51	21,80



**DETALLE ESPIRAL SALVAPÁJAROS**  
 Escala: S/E

**DETALLE INSTALACIÓN DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN AVIFAUNA**

Escala: S/E



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV**  
**FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL**

**PROTECCIÓN AVIFAUNA**

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO: \_\_\_\_\_

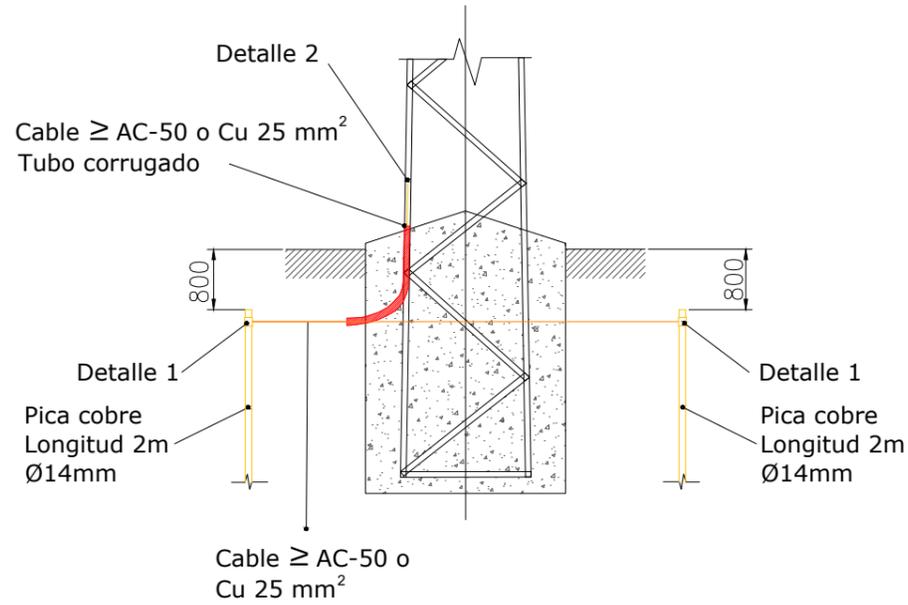
**ingenostrum**  
 Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JML	26/04/2022	ESCALA
DIBUADO	ASD	26/04/2022	S/E
REVISADO	CMF	12/05/2022	Nº DE PLANO
APROBADO	JBM	12/05/2022	MC.304-0A

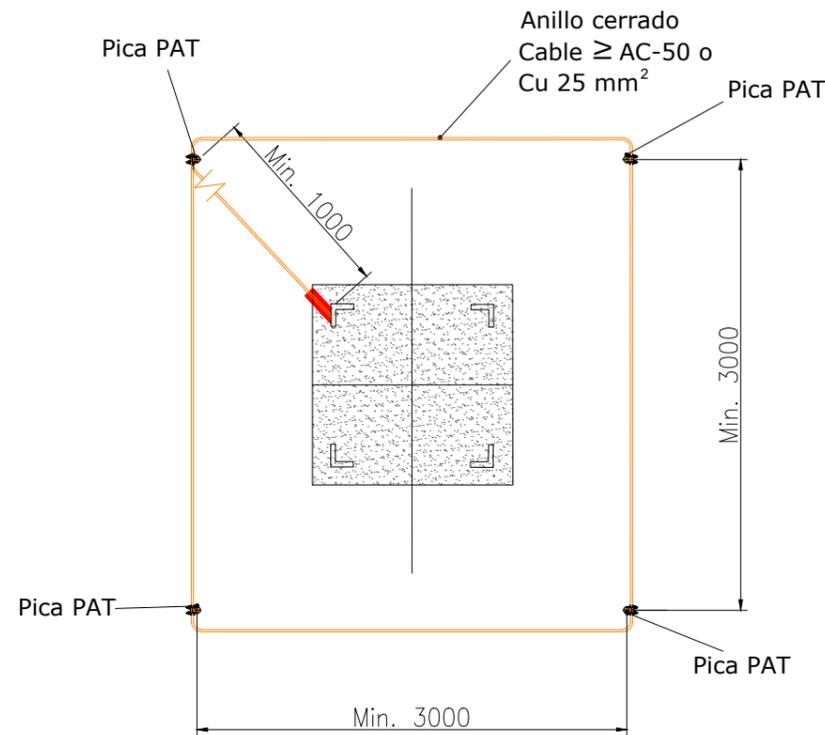
# CONEXIONES TIPO DE PUESTA A TIERRA EN APOYOS MONOBLOQUE

TIPO 1:  
ELECTRODO EN ANILLO

VISTA FRONTAL

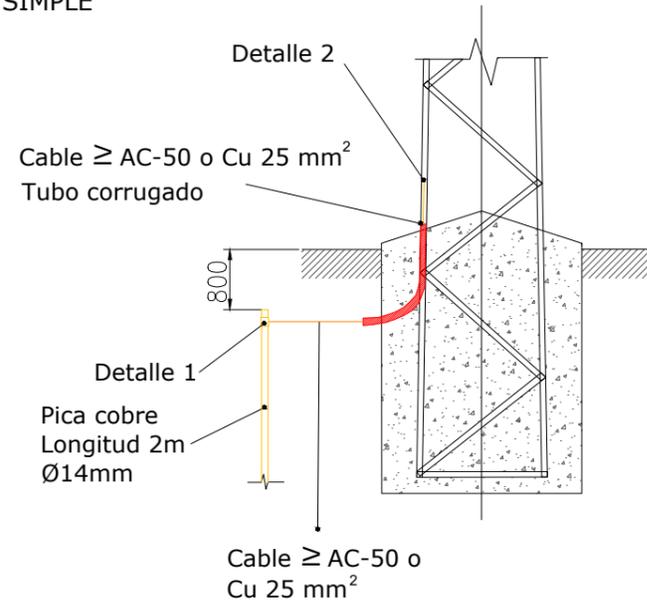


VISTA EN PLANTA

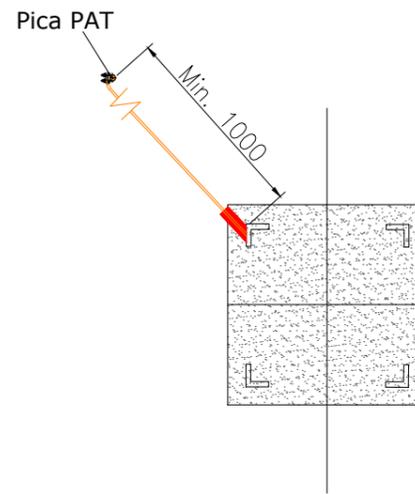


TIPO 2:  
ELECTRODO SIMPLE

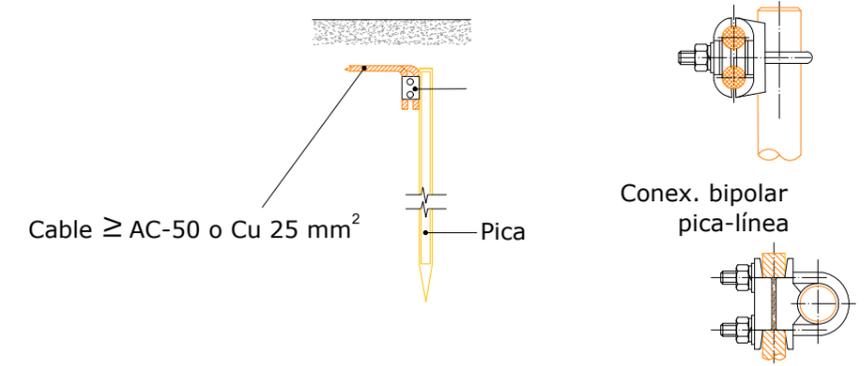
VISTA FRONTAL



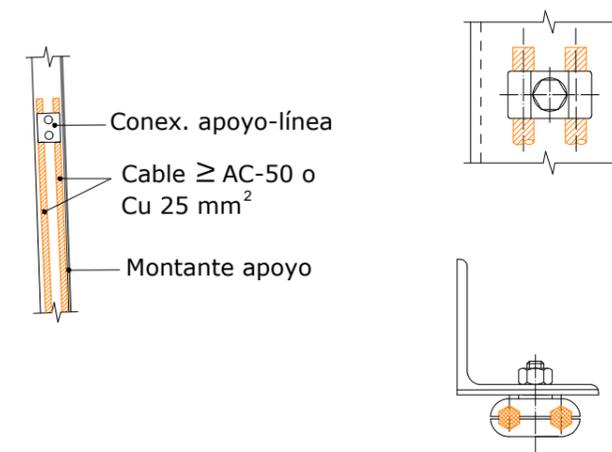
VISTA EN PLANTA



DETALLE 1: CONEXIÓN LÍNEA TIERRA - PICA



DETALLE 2: CONEXIÓN LÍNEA TIERRA - MONTANTE APOYO



INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1 01. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91852873. ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINantemente PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L. ARCHIVO-SP-IM029.01.2.D.MC.303-0A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JML	ASD	CMF	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

LÍNEA DE EVACUACIÓN 20 kV  
FV MESA ROLDÁN 3 - SE CONIL

PUESTA A TIERRA APOYO MONOBLOQUE

SITUACIÓN: VEJER DE LA FRONTERA, CONIL DE LA FRONTERA, CÁDIZ (ESPAÑA)

CONTACTO:

**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision

NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO JML	26/04/2022	ESCALA S/E
DIBUJADO ASD	26/04/2022	Nº DE PLANO MC.303-0A
REVISADO CMF	12/05/2022	
APROBADO JBM	12/05/2022	

Avda. de la Constitución  
34, 1º41001  
Sevilla, España  
+34 955 265 260

Paseo de la Castellana, 52,  
Planta 1ª  
28046 Madrid, España  
+34 955 265 260

Avda. de España 18, 2º  
Oficina 1ª 10001  
Cáceres, España  
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50  
Oficina 701  
Bogotá, Colombia  
+57-1 322 99 14

[WWW.INGENOSTRUM.COM](http://WWW.INGENOSTRUM.COM)



**ingenostrum**  
Executing your decarbonisation vision