

PROYECTO:

**INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA EL  
SUMINISTRO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LA  
FUTURA MANCOMUNIDAD DE AGUAS DE LOS NUCLEOS  
COLINDANTES A LOS EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA,  
(CUENCA Y GUADALAJARA).**

**TRAMO Nº 1**

TITULAR:

**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO**

SITUACIÓN:

**T.M. CIFUENTES  
(GUADALAJARA)**



 **EIFFAGE**  
ENERGIA

Junio 2017

## PROYECTO

***INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA DE  
ALTA TENSIÓN PARA EL SUMINISRO  
ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE  
LA FUTURA MANCOMUNIDAD DE AGUAS  
DE LOS NUCLEOS COLINDANTES A LOS  
EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA,  
(CUENCA Y GUADALAJARA).  
TRAMO N° 1***

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL**

**RAÚL MONTERO SOTOS**

***ALBACETE, JUNIO 2018***

## INDICE

<b>1</b>	<b>CAPITULO I. MEMORIA</b>	<b>6</b>
1.1	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	6
1.2	REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	8
1.3	TITULAR DE LAS INSTALACIONES.	9
1.4	EMPLAZAMIENTO.	9
1.5	DESCRIPCION GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS	9
1.6	PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVAS	10
1.7	PLAZO DE EJECUCION	10
1.8	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	11
1.8.1	TRAZADO	11
1.8.2	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	11
1.8.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES	14
1.8.4	APOYOS Y CIMENTACIONES	19
1.8.5	ARMADOS	20
1.8.6	NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO	21
1.8.7	DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN	22
1.8.8	PROTECCIÓN AVIFAUNA	22
1.8.9	RESUMEN DE ELEMENTOS DE LA LÍNEA	24
1.9	RED SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.	26
1.9.1	CATEGORÍA DE LA LÍNEA.	26
1.9.2	TRAZADO	27
1.9.3	CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.	27
1.9.4	RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC	28
1.9.5	CARACTERÍSTICAS GENERALES	28
1.10	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	46
1.11	CONSIDERACIONES FINALES	46
1.12	DOCUMENTOS	47
<b>2</b>	<b>CAPITULO II. CALCULOS JUSTIFICATIVOS</b>	<b>58</b>
2.1	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	58

2.1.1	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	58
2.1.2	CÁLCULO MECÁNICO	63
2.1.3	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	70
2.1.4	APOYOS	79
2.1.5	DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS MECÁNICOS EN LOS APOYOS	103
2.1.6	CÁLCULO ANALÍTICO DE LOS ESFUERZOS POR DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES EN APOYOS DE ALINEACIÓN	110
<b>2.2</b>	<b>LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN</b>	<b>112</b>
<b>2.3</b>	<b>RESISTENCIA DEL CONDUCTOR</b>	<b>112</b>
2.3.1	REACTANCIA DEL CABLE	112
2.3.2	CAPACIDAD	113
2.3.3	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE	114
2.3.4	INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO MÁXIMAS ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES	118
2.3.5	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LAS PANTALLAS	119
2.3.6	CAÍDA DE TENSIÓN	119
2.3.7	POTENCIA A TRANSPORTAR	121
2.3.8	PÉRDIDAS DE POTENCIA	122
<b>2.4</b>	<b>CONSIDERACIONES FINALES</b>	<b>123</b>
<b>3</b>	<b>ANEXO I -ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>140</b>
<b>3.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>140</b>
<b>3.2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>142</b>
<b>3.3</b>	<b>OBJETO:</b>	<b>142</b>
<b>3.4</b>	<b>NORMATIVA DE APLICACIÓN</b>	<b>142</b>
3.4.1	NORMAS OFICIALES	142
3.4.2	NORMAS ESPECÍFICAS	145
<b>3.5</b>	<b>FORMACIÓN</b>	<b>145</b>
<b>3.6</b>	<b>SALUD Y MEDICINA PREVENTIVA</b>	<b>145</b>
<b>3.7</b>	<b>EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>	<b>147</b>
3.7.1	LINEAS AÉREAS	147
3.7.2	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS	152

3.8	CONCLUSIÓN	154
4	PRESUPUESTO	156
4.1	CAPÍTULO I. LÍNEA AÉRES DE ALTA TENSIÓN	156
4.1	CAPÍTULO II – LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN	158
4.2	RESUMEN DE PRESUPUESTO	159
5	PLIEGO CONDICIONES	161
5.1	CONDICIONES GENERALES.	161
5.1.1	OBJETO DEL PLIEGO.	161
5.1.2	NORMAS Y REGLAMENTOS.	161
5.1.3	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.	162
5.1.4	OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA.	163
5.1.5	CONSERVACIÓN Y VIGILANCIA.	164
5.1.6	SUBCONTRATOS.	164
5.2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.	165
5.2.1	CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES	165
5.2.2	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	165
5.2.3	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN	177
5.3	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.	199
5.4	MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS OBRAS.	199
5.4.1	CERTIFICACIONES.	199
5.4.2	MEDICIONES Y VALORACIÓN.	199
5.4.3	OBRAS INCOMPLETAS.	200
5.4.4	EXCESOS INEVITABLES.	200
5.4.5	PARTIDAS ALZADAS.	200
5.4.6	OBRAS NO INCLUIDAS.	201
6	PLANOS	203

# MEMORIA

## **1 CAPITULO I. MEMORIA**

### **1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO**

El tramo de línea eléctrica de alta tensión denominado Tramo 1, con origen en la Subestación Eléctrica de Cifuentes y fin en una línea existente (que se repotenciará) y que alcanza la población de Huetos (Guadalajara), es uno de los tramos de línea eléctrica incluidos en el “PROYECTO DE ABASTECIMIENTO A LA FUTURA MANCOMUNIDAD DE AGUAS DE LOS NÚCLEOS COLINDANTES CON LOS EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA (CUENCA Y GUADALAJARA)” y que tiene como finalidad alimentar eléctricamente a las instalaciones del Bombeo de Toma, la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) y la Reimpulsión de Peralveche.

Estas obras se encuentran integradas en el programa de inversiones en el Anexo II de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, por lo que han sido declaradas de Interés General.

Como consecuencia del informe, entre otros, de la Dirección General de Evaluación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, que concluía que no era necesario someter el proyecto a un procedimiento reglado de evaluación ambiental, la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático del Mº de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino resolvió no someter el referido proyecto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Una vez efectuado el replanteo de este Tramo 1 de la línea eléctrica y según el informe de la prospección arqueológica llevada a cabo, la línea a su paso por Gárgoles de Arriba, término de Cifuentes, cruza por una Villa Romana, el antiguo camino de Cifuentes a Trillo y un nuevo yacimiento (Necrópolis de San Blas).

Como consecuencia de ello, la Dirección Provincial en Guadalajara de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la JCCM acuerda, según resolución de 6 de abril de 2017, que se modifique el trazado de este tramo de línea de manera que no se vean afectados los yacimientos incluidos en un determinado polígono de exclusión, cuyas coordenadas se establecen en dicha resolución.

Establecido un nuevo trazado para el Tramo 1 de la línea que no afecte a los diferentes elementos patrimoniales detectados, el mismo obtiene informe favorable de la Dirección Provincial en Guadalajara de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la JCCM, mediante resolución de 22 de noviembre de 2017.

Dicha resolución incluye las condiciones que deberán observarse en el proyecto y posterior ejecución del Tramo 1 de la línea eléctrica, con este nuevo trazado.

Para proporcionar suministro eléctrico a las diferentes estaciones de bombeo, se solicita a la compañía distribuidora Unión Fenosa la correspondiente petición de suministro, la cual para atender esta solicitud propone, mediante expediente nº 348308120050, la construcción de una línea eléctrica de alta tensión conectada en barras de la subestación de Cifuentes. Esta nueva línea estará formada, a su vez, por varios tramos, dentro de los cuales se encuentra el Tramo nº 1, objeto del presente proyecto.

De esta forma, la línea eléctrica consistirá en:

- Tramo nº 1: Línea eléctrica de AT de nueva construcción que partirá desde la subestación transformadora de Cifuentes y finalizará en el apoyo existente nº T657PDJH//44-16 de la línea aérea AT, propiedad de Unión Fenosa. Este tramo de línea, una vez ejecutado y legalizado, será cedido a la compañía distribuidora.

Las obras recogidas en el presente documento se encuentran englobadas dentro del proyecto de “Abastecimiento a la futura Mancomunidad de Aguas de los núcleos colindantes a los embalses de Entrepeñas y Buendía (Cuenca y Guadalajara)”, disponen de resolución, de fecha 25 de junio de 2007, de la Secretaría General para la Prevención y el Cambio Climático, por la que se adopta la decisión de no someter a evaluación de impacto ambiental dicho proyecto.

Para ello, la Confederación Hidrográfica del Tajo, ha encargado al técnico que suscribe la redacción del presente proyecto titulado “LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 15 KV Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LA FUTURA MANCOMUNIDAD DE AGUAS DE LOS NUCLEOS COLINDANTES A LOS

EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA (CUENCA Y GUADALAJARA). TRAMO N° 1”.

El presente proyecto trata de definir las distintas características técnicas y el coste de los elementos constructivos, que componen la obra a realizar y en su redacción se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a las instalaciones de A.T. contenidas en la reglamentación vigente.

## **1.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES**

Para la realización del presente Proyecto se tendrán en cuenta las especificaciones contenidas en los siguientes documentos:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 publicado en B.O.E. del 19 de Marzo de 2008 y su corrección de erratas publicado en B.O.E. 120 de 17 de Mayo de 2008.

- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- 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.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Decreto 842/2002 de 02/08/2002, y publicado en el BOE del 18/09/2002.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, B.O.E. nº 310 de fecha 27 de Diciembre de 2000 que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Ley de Regulación del Sector Eléctrico. (Ley 54/1997, de 27 de Noviembre RCL 19971, 2021).

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, (B.O.E. 25/10/97), por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.
- Ley 4/2007 de 08-03-2007 de Evaluación Ambiental en Castilla-La Mancha, según D.O.C.M. del 20 de marzo de 2007.
- Real Decreto 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.

Asimismo se ha tenido en cuenta lo establecido en las Normas UNE y Normas de Unión Fenosa.

### **1.3 TITULAR DE LAS INSTALACIONES.**

El titular inicial de las instalaciones del presente proyecto es la Confederación Hidrográfica del Tajo, con C.I.F Q-2817005-H y domicilio social en Avenida de Portugal, nº 81, C.P. 28071 de Madrid.

El titular final, una vez terminadas las obras y legalizadas, será la Compañía Suministradora Unión Fenosa Distribución, S.A.

### **1.4 EMPLAZAMIENTO.**

La instalación proyectada estará ubicada en diferentes parcelas del término municipal de Cifuentes, provincia de Guadalajara, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

### **1.5 DESCRIPCION GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS**

Para el suministro eléctrico tanto de las diferentes estaciones de bombeo proyectadas, como de los consumos existentes en la zona, será necesario la construcción, entre otras, de un tramo de línea eléctrica de alta tensión, denominado Tramo nº 1, el cual a su vez discurrirá en dos tramos, uno aéreo y otro subterráneo, que se describen a continuación:

- Línea aérea de alta tensión.

- Tramo n° 1. Partira desde el apoyo proyectado n° 1 y finalizará en el apoyo existente n° T657PDJH//44-16, propiedad de la compañía Unión Fenosa. Esta línea estará construida con conductor LA-110 y tendrá una longitud de 5.105 metros.
- Líneas subterráneas de alta tensión.
  - Línea subterránea AT con inicio en la posición de línea n° CIF 707 de la Subestación Transformadora de Cifuentes y finalizará en el apoyo proyectado n° 1 de la línea aérea de alta tensión anteriormente descrita. Esta línea estará construida con conductor tipo RHZ1 2OL 12/20 kV 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al. y tendrá una longitud de 320 metros.

Todos estos trabajos quedan perfectamente reflejados en los planos adjuntos a este proyecto.

#### **1.6 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVAS**

La Confederación Hidrográfica del Tajo, para atender a la potencia demandada por las diferentes estaciones de bombeo, realiza una petición de suministro a la compañía distribuidora de 2.800 kW.

Debido a que la instalación de alta tensión proyectada quedará integrada en el conjunto de la red de distribución de Unión Fenosa, la potencia que transportará es un problema indeterminado. Por este motivo los cálculos eléctricos de la instalación de alta tensión se realizarán atendiendo a la capacidad máxima de las diferentes líneas proyectadas.

#### **1.7 PLAZO DE EJECUCION**

El plazo de ejecución desde su aprobación será de tres meses.

## 1.8 LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN

### 1.8.1 TRAZADO

El tramo de línea aérea de alta tensión proyectado queda definido por las siguientes características:

- TRAMO N° 1

Tensión nominal	15 kV
Tensión de servicio	15 kV
Zona de aplicación	B
Conductor tipo/sección	LA-110
N° circuitos	1
N° de apoyos	38 (37 proyectados y 1 existente)
Origen	Apoyo n° 1 (proyectado) -Coordenadas UTM (ETRS89) X: 531207 Y: 4514956
Final	T657PDJH//44-16 (existente) -Coordenadas UTM (ETRS89) X: 532680 Y: 4510435
Longitud	5.105 metros

### 1.8.2 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar cruzamientos o paralelismos, estos se ajustarán a lo preceptuado en el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión aprobado por Real Decreto 223/2008 del 15/02/2008, actualmente vigente.

La línea aérea de alta tensión proyectada realizará los siguientes cruzamientos y paralelismos:

- Paralelismo n° 1 con línea aérea de alta tensión 45 kV, existente y propiedad de Unión Fenosa, en el tramo comprendido entre los apoyos n° 1 y 2 de la línea aérea

proyectada. Coordenadas UTM (ETRS89): entre x: 531207, y: 4514956 – x: 531114, y: 4514861. (**Unión Fenosa Distribución, S.A.**)

- Cruzamiento n° 2 con línea aérea de alta tensión 15 kV en el vano comprendido entre los apoyos n° 14 y 15 de la línea aérea proyectada. Coordenadas UTM (ETRS89): x: 531073, y: 4513056. (**Unión Fenosa Distribución, S.A.**)
- Cruzamiento n° 3 con carretera N-204 a la altura del p.k. 44+840 en el vano comprendido entre los apoyos n° 15 y 16 de la línea aérea proyectada. Coordenadas UTM (ETRS89): x: 531191, y: 4512879. (**Ministerio de Fomento**)
- Cruzamiento n° 4 con línea aérea de telecomunicaciones en el vano comprendido entre los apoyos n° 15 y 16 de la línea aérea proyectada. Coordenadas UTM (ETRS89): x: 531205, y: 4512858. (**Telefónica de España, S.A.U.**)
- Cruzamiento n° 5 con línea aérea de telecomunicaciones en el vano comprendido entre el apoyo n° 32 proyectado y el apoyo existente n° T657PDJH//44-16. Coordenadas UTM (ETRS89): x: 532601, y: 4510460. (**Telefónica de España, S.A.U.**)

### **1.8.2.1 DISTANCIAS HORIZANTALES DEL PARALELISMO**

#### **Líneas aéreas eléctricas y de telecomunicaciones**

Tal como figura en el punto 5.6 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión RLAT del 15/02/08, actualmente vigente, en referencia a paralelismos con líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicaciones, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte y distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos.

En todo caso, la separación entre los conductores contiguos de las líneas paralelas no será inferior a:

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

considerando los valores K, K', L, F y D<sub>pp</sub> de la línea de mayor tensión.

Siendo para el caso que nos aplica:

N° CRUZAM.	APOYOS	VANO (m)	TIPO PARALELISMO	ALTURA APOYO MÁS ALTO (m)	DIST. HORIZONT. REAL (m)	MIN. DIST. HORIZONT. TEÓRICA (m)	COORD X	COORD Y
1	1 - 2	132,64	L.E.A. U. Fenosa	28,82	44,60	43,23	531207	4514956

### **1.8.2.2 DISTANCIA VERTICAL DEL CRUZAMIENTO**

#### **Líneas aéreas eléctricas y de telecomunicaciones**

Tal como figura en el punto 5.6 de la ITC-LAT 7 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión RLAT del 15/02/08, actualmente vigente, en referencia a los cruces con líneas aéreas eléctricas o líneas aéreas de telecomunicaciones, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

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

A los valores de aislamiento adicional,  $D_{add}$ , se le aplicaran los valores de la tabla 17 del apartado 5.6, y los valores de  $D_{pp}$  se indican en el apartado 5.2, en función de la tensión más elevada de la línea.

Siendo para el caso que nos aplica:

$$D_{add} = 1,8 \text{ m (distancia del apoyo al cruce } \leq 25 \text{ m)}$$

$$D_{add} = 2,5 \text{ m (distancia del apoyo al cruce } > 25 \text{ m)}$$

$$D_{pp} = 0,25 \text{ metros (tensión más elevada 24 kV)}$$

N° CRUZAM.	APOYOS	VANO (m)	TIPO CRUZAMIENTO	DIST. AL APOYO MÁS PRÓXIMO (m)	DIST. VERTICAL REAL (m)	MIN. DIST. VERTICAL TEÓRICA (m)	COORD X	COORD Y
2	14 - 15	158,72	L.E.A. U. Fenosa	30,45	3,98	2,75	531073	4513056
4	15 - 16	139,05	RED B.T.	29,92	5,50	2,75	531205	4512858
5	32 - 44-16	71,52	RED B.T.	32,04	4,43	2,75	532601	4510460

#### **Carreteras**

Tal como figura en el punto 5.7 de la ITC-LAT 7 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión RLAT del 15/02/08, actualmente vigente, en referencia a los cruces en carreteras, dispone que la altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera de:

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

con una distancia mínima de 7 metros. Los valores de  $D_{el}$  se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 7 en función de la tensión más elevada de la línea.

Siendo para el caso que nos aplica:

$$D_{add} = 6,3 \text{ metros y } D_{el} = 0,22 \text{ metros (tensión más elevada 24 kV)}$$

N° CRUZAM.	APOYOS	VANO (m)	TIPO CRUZAMIENTO	DIST. AL APOYO MÁS PRÓXIMO (m)	DIST. VERTICAL REAL (m)	MIN. DIST. VERTICAL TEÓRICA (m)	COORD X	COORD Y
3	15 - 16	139,05	CTRA. N-204	50,41	10	7	531191	4512879

### **1.8.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

#### **1.8.3.1 CONDUCTORES**

La línea proyectada constará de un circuito cuyo conductor será de Aluminio-Acero galvanizado tipo LA-110 de 116,20 mm<sup>2</sup> de sección, según norma UNE 21018. Para este tipo de conductor, en la norma UNE-EN 50182 viene recogida su equivalencia como 94-AL1/22-ST1 A, cuyas principales características son:

Denominación		LA-110	
SECCIÓN TRANSVERSAL	ALUMINIO mm <sup>2</sup>	94,20	
	ACERO mm <sup>2</sup>	22,00	
	TOTAL mm <sup>2</sup>	116,20	
COMPOSICIÓN	ALUMINIO	N° ALAMBRES	30
		DIÁMETRO (mm)	2,00
	ACERO	N° ALAMBRES	7
		DIÁMETRO (mm)	2,00
DIÁMETRO	NUCLEO ACERO (mm)	6,00	
	CABLE COMPLETO (mm)	14,00	
CARGA ROTURA (daN)		4317	
RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20° C (ohm/km)		0,307	
MASA (kg/m)		0,433	
PESO (daN/m)		0,425	
MODULO ELASTICIDAD TEÓRICO (daN/mm <sup>2</sup> )		8000	
COEFICIENTE DILATACIÓN LINEAL (°Cx10 <sup>6</sup> )		17,8	

### 1.8.3.2 AISLAMIENTO

El aislamiento estará formado por aislamiento polimérico de diferente constitución según la función que desempeñen: suspensión, suspensión-cruce, suspensión-derivación o amarre.

Los elementos que las constituyen se pueden considerar divididos en cuatro grupos:

1. Aisladores de tipo polimérico, cuyas características y denominación están fijadas en la Norma UNE 21909.
2. Herrajes: norma de acoplamiento en función del tipo de elemento aislador.
3. Grapas: en función del diámetro del conductor y el cometido que hayan de desempeñar.
4. Accesorios: varillas helicoidales preformadas para protección.

Los niveles de aislamiento correspondientes a la tensión más elevada de la línea, superarán las prescripciones reglamentarias reflejadas en el apartado 4.4. del ITC-LAT 07.

Características	Valor
Tensión más elevada (kV eficaces)	24
Tensión de ensayo al choque (kV cresta)	125
Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV eficaces)	50

Las características del aislamiento polimérico (Norma UNE 21909), son las que se exponen a continuación:

Características	Aislamiento polimérico
	CS-70-20-III (Y16B16)
Material	Silicona
Paso nominal (mm)	Max. 460 Mín. 410
Carga de rotura (daN)	7000
Diámetro máximo parte aislante (mm)	-
Línea de fuga (mm)	600
Diámetro del vástago (mm)	16
Peso aproximado (kg)	2

Las características eléctricas del aislamiento polimérico son:

Características eléctricas	Aislamiento polimérico
	CS-70-20-III (Y16B16)
Número de elementos	-
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV eficaces)	70
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta)	170
Línea de fuga (mm)	600
Nivel de polución	III

#### 1.8.3.2.1 FORMACIÓN DE CADENAS

Para la formación de las cadenas será prioritario el empleo de aisladores de composite. El uso de aislamiento de vidrio será con carácter singular y de acuerdo con la

Norma UNE 21009, en la cual se establece la formación de cadenas mediante aisladores de caperuza y vástago.

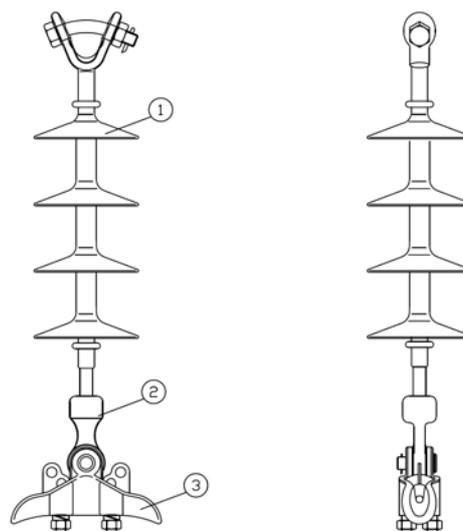
Las características de los diferentes herrajes y sus ensayos de comprobación, deberán cumplir lo especificado en las Normas UNE 21006 y UNE-EN 61284

El empleo de cadenas será del siguiente modo:

- En apoyos de alineación y ángulos menores de 5° se podrán emplear cadenas de suspensión o suspensión cruce (con grapa de suspensión preformada).
- En apoyos de ángulo superiores a 5° y anclajes se emplearán cadenas de amarre.
- En apoyos de final de línea y en aquellos que por distancias sea necesario se emplearán cadenas de amarre con alargadera.
- En zonas de avifauna, con el fin de proporcionar el metro de distancia en cadenas de amarre, de acuerdo al R.D. 1432/2008, se equipará a la cadena de amarre de una alargadera con chapa antiposada. La cadena de suspensión permanecerá invariable debido a que ya cumple con su distancia de 600mm.

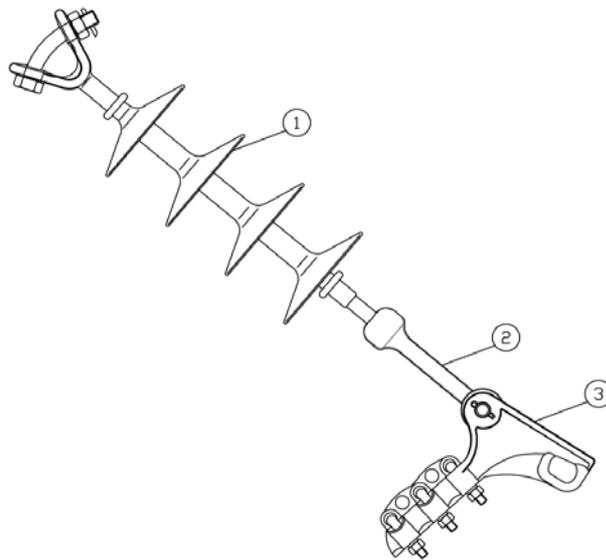
La composición de las cadenas serán las que se exponen a continuación:

#### Cadena de suspensión aislador polimérico



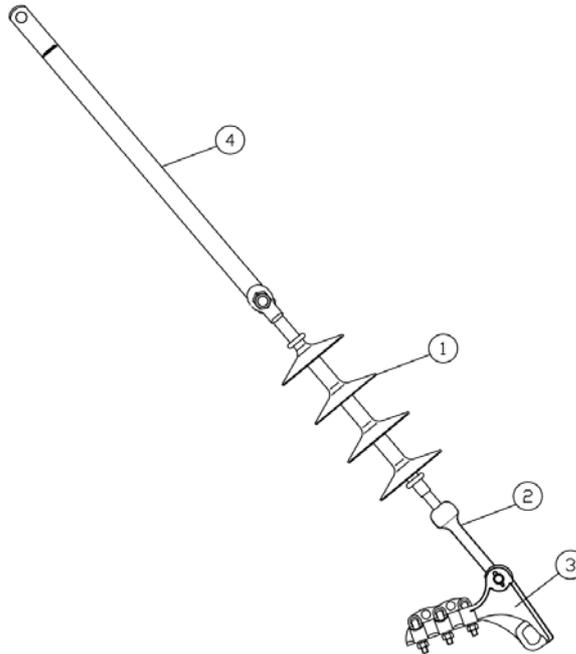
3	GRAPA DE SUSPENSIÓN TIPO "GS"	1	LAMT-020100
2	RÓTULA CORTA	1	LAMT-020050
1	AISLADOR POLIMÉRICO 20kV	1	LAMT-030000
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS

Cadena de amarre con aislador polimérico



3	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"	1	LAMT-020200
2	RÓTULA LARGA	1	LAMT-020000
1	AISLADOR POLIMÉRICO 20kV	1	LAMT-030000
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS

Cadena de amarre con aislador polimérico



4	ALARGADERA CADENA DE AMARRE	1	LAMT-020300
3	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"	1	LAMT-020200
2	RÓTULA LARGA	1	LAMT-020000
1	AISLADOR POLIMÉRICO 20 kV	1	LAMT-030000
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS

#### **1.8.4 APOYOS Y CIMENTACIONES**

Los apoyos serán de hormigón armado vibrado (HV o HVH), metálicos de celosía o de chapa, de resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar. Estos últimos se utilizarán preferentemente en zonas de difícil acceso o rocosas.

Los apoyos se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7 del ITC-LAT 07. Esta conexión se efectuará por electrodos tipo pica vertical o mediante anillo cerrado con o sin picas.

Las cimentaciones de los apoyos metálicos y de hormigón armado serán, en todos los casos, de hormigón en masa de un solo bloque.

Se considerarán tres tipos de terreno, definidos por el coeficiente de compresibilidad.

### 1.8.5 ARMADOS

Prioritariamente, para armados de suspensión, se emplearán las crucetas tipo bóveda, mientras que para armados de amarre/anclaje se utilizarán las crucetas rectas.

Los armados a emplear en el presente proyecto son:

Armados para apoyos de suspensión:

Los armados a utilizar serán, principalmente, de tipo bóveda. En la tabla siguiente pueden observarse algunas de sus características principales para el conductor LA-110 a emplear.

Tipo de circuito	Tipo de armado	Denominación	Distancia media geométrica (mm)
Simple	Bóveda	BR-1	2053
		B-2	2550
		B-66	3354
	Bandera	BA-1	1511
	Tresbolillo	D-15	2926
Doble	Hexágono	DC-1	1911
		E-30	1726

Cruceta	Casos de Carga	Carga de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de seguridad
		V	L	F	
BR-1	A	240	-	210	1,5
	B	240	115	210	1,2
B-2	A	320	-	260	1,5
	B	320	115	260	1,2
B-66	A	350	-	500	1,5
	B	350	180	500	1,2

Armados para apoyos de amarre:

En la tabla siguiente pueden observarse algunas de sus características principales para el conductor LA-110 a emplear.

Tipo de circuito	Tipo de armado	Denominación	Distancia media geométrica (mm)
------------------	----------------	--------------	---------------------------------

Simple	Capa	CR-1	2079
		C-2	2583
		CR-2	2583
	Triángulo	T-2	2917
	Capa	H-35	2205
		C-40R	2520
	Triángulo	T-35	2805
	Tresbolillo	D-15	2926
SC-750		2709	
DC-2		1911	
Doble	Hexágono	E-30	1726

Cruceta	Casos de Carga	Carga de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de seguridad
		V	L	F	
CR-1	A	340	-	1000	1,5
	B	190	1000	-	1,5
C-2	A	380	-	1000	1,5
	B	215	1000	-	1,5
CR-2	A	380	-	1500	1,5
	B	215	1500	-	1,5
SC-1500	A	430	-	2100	1,5
	B	220	1500	-	1,5
SC-1750	A	430	-	210	1,5
	B	220	1500	-	1,5
C-40R	A	700	-	3000	1,5
	B	400	2200	-	1,5

El empleo está sujeto a los esfuerzos de cada uno de los conductores sobre las mismas y sobre el apoyo asociado.

Las geometrías y distancias de los armados se especifican en el Documento Planos del presente Proyecto.

### **1.8.6 NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO**

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situada a 4 metros aproximadamente de la base del poste.

La instalación se señalará con el lema corporativo en los cruces, zonas de tránsito, etc.

## **1.8.7 DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN**

### **1.8.7.1 DISPOSITIVOS DE MANIOBRA**

En el caso de que se instalen dispositivos de maniobra en algún punto de la línea, se utilizarán seccionadores unipolares accionables con pértiga que se ajustarán a lo indicado en la Normativa vigente. Estos seccionadores estarán siempre situados a una altura del suelo superior a cinco metros, que los haga inaccesibles en condiciones normales, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad.

Sus características serán las adecuadas a la intensidad máxima del circuito donde hayan de instalarse.

### **1.8.7.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN**

Además de las protecciones existentes en cabecera de la línea, cuyas características y disposición se recogerán en el proyecto de la subestación suministradora, en los finales de las líneas eléctricas y sus derivaciones, se dispondrán las protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones necesarias de acuerdo con la instalación receptora.

## **1.8.8 PROTECCIÓN AVIFAUNA**

Este apartado tiene como objeto establecer unas normas de carácter técnico para reducir los riesgos de electrocución y colisión para la avifauna, según lo dispuesto en el RD 1432/2008.

Es de aplicación a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos ubicadas en zonas de protección, en el caso que los apoyos o crucetas no sean de material aislante o no tengan instalados disuasores de posada.

Las zonas de protección son:

Los territorios designados como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), de acuerdo con los artículos 43 y 44 de la Ley 42/2007, de 13 de Diciembre, de Patrimonio Natural y de Biodiversidad.

Las zonas en las que se aplican los planes de recuperación y conservación elaborados por las Comunidades Autónomas para las especies de aves incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas o en los catálogos autonómicos.

Las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración local de aquellas especies de aves incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas o en los autonómicos. Corresponde a cada Comunidad Autónoma delimitar estas zonas.

### **1.8.8.1 Prescripciones técnicas**

#### **1.8.8.1.1 Protección contra la electrocución**

En las líneas eléctricas objeto del presente proyecto tipo, se aplicarán las siguientes prescripciones:

Las líneas se han definido con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose en los apoyos de alineación la disposición de los mismos en posición rígida.

Los apoyos de derivación, anclaje, amarre, especiales, en ángulo, y fin de línea se han definido de forma que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos. En cualquier caso, se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión.

En el caso del armado tipo tresbolillo, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,5 m.

Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88 m o se aislará el conductor central 1 m a cada lado del punto de enganche.

Los diferentes armados han de cumplir unas distancias mínimas de seguridad “D” como se establece en la tabla siguiente. Para aumentar la distancia entre el conductor y el armado o cruceta, se utilizarán alargaderas.

TIPO DE ARMADO	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS DE PROTECCIÓN	
Recto	Cadena en suspensión	d=600 mm
Triángulo		
Tresbolillo	Cadena de amarre	d=1000 mm
Bandera		
Doble Circuito		
Bóveda	Cadena en suspensión	d=600 mm y cable central aislado 1m a cada lado del punto de enganche

Las alargaderas se definen como elementos sin tensión, que se colocan entre la cruceta y el comienzo de la cadena de aisladores para aumentar la distancia entre el conductor y el armado o cruceta, el diseño de alargadera antiposada para empleo en zonas de protección figuran en el documento planos, además podrá ir equipada con una chapa antiposada.

#### Protección contra la colisión

Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma.

Cuando sean de empleo los salvapájaros o señalizadores, se colocarán directamente sobre los conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada 10 metros (si el cable de tierra es único) o alternadamente, cada 20 metros (si son dos cables de tierra paralelos o, en su caso, en los conductores).

La señalización en conductores se realizará de modo que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En los tramos más peligrosos, debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias. Los salvapájaros o señalizadores serán del tamaño mínimo siguiente:

- Espirales: con 30 cm de diámetro x 1 metro de longitud.
- De dos tiras en X: de 5 x 35 cm.

#### **1.8.9 RESUMEN DE ELEMENTOS DE LA LÍNEA**

N° apoyo	Función apoyo	Tipo apoyo	Altura apoyo	Tipo cruceta	Tipo cadena
<b>TRAMO N° 1</b>					
1	Fin de línea Entronque A/S	C-7000	14	H-35	Amarre
2	Ángulo	C-3000	12	T-35	Amarre

3	Alineación	HV-1000	11	BR-1	Suspensión
4	Ángulo	C-2000	14	H-35	Amarre
5	Alineación	HV-1000	11	BR-1	Suspensión
6	Alineación	HV-1000	13	B-2	Suspensión
7	Alineación	HV-1000	13	B-2	Suspensión
8	Alineación	HV-1000	13	B-2	Suspensión
9	Alineación	HV-1000	13	B-2	Suspensión
10	Alineación	HV-1000	13	BR-1	Suspensión
11	Alineación	HV-1000	13	BR-1	Suspensión
12	Ángulo	C-4500	14	T-35	Amarre
13	Alineación	HV-1000	13	BR-1	Suspensión
14	Alineación	C-2000	20	T-40R	Amarre
15	Anclaje Alineación	C-7000	18	T-40R	Amarre
16	Alineación	HV-1000	13	BR-1	Suspensión Reforzada
17	Alineación	HV-1000	11	BR-1	Suspensión
18	Alineación	HV-1000	13	B-2	Suspensión
19	Alineación	HV-1000	13	BR-1	Suspensión
20	Alineación	HV-1000	11	BR-1	Suspensión
21	Alineación	HV-1000	13	B-2	Suspensión
22	Alineación	HV-1000	11	B-2	Suspensión
23	Ángulo	C-2000	16	T-40R	Amarre
24	Alineación	HV-1000	13	B-2	Suspensión
25	Alineación	HV-1000	13	BR-1	Suspensión
26	Alineación	HV-1000	11	BR-1	Suspensión
27	Ángulo	C-2000	12	H-35	Amarre
28	Alineación	HV-1000	11	B-2	Suspensión
29	Alineación	HV-1000	11	B-2	Suspensión
30	Alineación	HV-1000	11	B-2	Suspensión
31	Alineación	C-2000	12	T-40R	Amarre
32	Alineación	C-2000	12	T-40R	Amarre
T657PDJH// 44-16	Existente				

## **1.9 RED SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.**

### **1.9.1 CATEGORÍA DE LA LÍNEA.**

La línea eléctrica proyectada estará dimensionada para tensión nominal de 15 kV a frecuencia industrial 50 Hz, por lo que quedan clasificadas en el grupo de Tercera categoría, de acuerdo con el Artículo 3 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Por otra parte, y de acuerdo con el punto 2.1 de la ITC-LAT 06 del Reglamento, las líneas subterráneas quedan englobadas dentro de la Categoría A, atendiendo a la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra (tiempo de eliminación de defecto a tierra < 1 min).

### 1.9.2 TRAZADO

La línea subterránea de alta tensión proyectada queda definida por las siguientes características:

Tensión nominal	15 kV
Tensión de servicio	15 kV
Tensión más elevada	24 kV
Conductor tipo/sección	RHZ1 2OL 12/20 kV 3x1x240 mm <sup>2</sup> Al.
Nº de circuitos	1
Tipo canalización	Entubada en zanja
Origen	Posición Línea CIF707 (ST Cifuentes) -Coordenadas UTM (ETRS89) X: 531290 Y: 4515145
Final	Apoyo nº 1 (proyectado) -Coordenadas UTM (ETRS89) X: 531207 Y: 4514956
Longitud	315 metros

### 1.9.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	15 kV
Tensión más elevada de la red Us	24 kV
Categoría de la red (Según UNE 411435)	Categoría A
Factor de Potencia	0,8

#### 1.9.4 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar cruzamientos o paralelismos, estos se ajustarán a lo preceptuado en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión aprobado por Real Decreto 223/2008 del 15/02/2008, actualmente vigente.

La línea subterránea de alta tensión realizará el siguiente cruzamiento:

- Cruzamiento n° 1 con carretera nacional N-204 a la altura del p.k. 47+460. Para la ejecución de este cruzamiento será necesario la realización de una hincada de tubería “topo”, mediante equipo de empuje a presión. Coordenadas UTM (ETRS89): x: 531281, y: 4515047. (**Ministerio de Fomento**)

#### Calles y carreteras

Tal como figura en el punto 5.2 de la ITC-LAT-06 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión RLAT del 15/02/08, actualmente vigente, en referencia a los cruces de líneas subterráneas entubadas con calles y carreteras, la profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros.

Siendo para el caso que nos aplica:

N° CRUZAM.	TIPO CRUZAMIENTO	PROFUNDIDAD MIN. TUBO REAL (m)	PROFUNDIDAD MÍN. TUBO TEÓRICA (m)	COORD X	COORD Y
1	CTRA. N-204 p.k. 47+460	2,00	0,60	531281	4515047

#### 1.9.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES

##### 1.9.5.1 CABLES

Estarán constituidos por conductores de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228, y la pantalla metálica estará constituida por corona de alambres de cobre. Serán obturados longitudinalmente para impedir la penetración del agua, no admitiéndose para ello polvos higroscópicos sin soporte y cuya cubierta exterior será de poliolefina de color rojo.

Los cables tendrán aislamiento de polietileno reticulado y estarán de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita, y teniendo el sistema de protección previsto en las salidas de la subestación, las redes incluidas en el presente proyecto se clasifican como redes de categoría A, según ITC-LAT 06.

En la siguiente se especifica las tensiones nominales de los cables  $U_0 / U$ , así como su nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo,  $U_p$ , en función de la tensión nominal, de la tensión más elevada y de la categoría de la red, según ITC-LAT 06.

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Tensión más elevada de la red $U_s$ (kV)	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			$U_0/U$ (kV)	$U_p$ (kV)
15	17,5	A-B	8,7/15	95
		C	12/20	125
20	24	A-B		
		C		

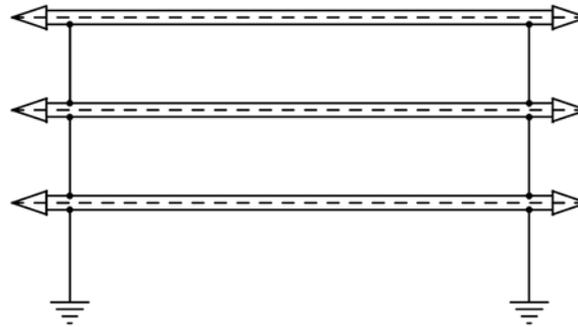
Las tensiones nominales normalizadas de la red son 15kV y 20 kV, siguiendo un criterio de unificación de las características de los cables y según la tabla anterior, la tensión nominal seleccionada para utilizar en los cables en ambas tensiones es de 12/20 kV.

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

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

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea (esquema 1), y en ciertos casos especiales puede ser necesario conectar también las pantallas a tierra en los empalmes.

Esquema 1



Las características principales de los cables a emplear en el presente proyecto se indican en la siguiente tabla.

Características	RHZ1 2OL 12/20kV
Sección conductor aluminio, mm <sup>2</sup>	240
Sección pantalla de cobre, mm <sup>2</sup>	16
Nº min. alambres conductor	30
Ø conductor min./max. mm	17,6/19,2
Ø conductor y capa semiconductor interna, aprox. mm	19,2
Espesor nominal aislamiento, mm	5,5
Ø del aislante, aprox. mm	30,2
Ø medio pantalla, aprox. mm	32,5
Espesor nominal cubierta, mm	3
Ø exterior, aprox. mm	39,2
Radio mínimo curvatura (final), mm	588
Peso aprox. kg/km	1700
Temp. °C máx. Nominal/cc máx. 5seg	90/250
Nivel aislamiento impulsos tipo rayo kV	125

### 1.9.5.2 CANALIZACIONES

Los cables aislados subterráneos de Alta Tensión hasta 20 kV podrán canalizarse de las siguientes formas:

- Cables entubados en zanjas.
- Cables directamente enterrados en zanja

Cables al aire, alojados en galerías visitables

a) Cables entubados en zanja

Este tipo de canalización será el que se utilice de forma prioritaria, salvo en los casos especiales que se detallan en los dos apartados siguientes.

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086-2-4, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J. Dichos tubos irán siempre acompañados de un tubo de polietileno de alta densidad de color verde de 125 mm de diámetro para la posible instalación de cables de comunicaciones para el sistema eléctrico según la Norma UNE-EN 50086-2-4. Los tubos irán alojados en zanjas cuyas dimensiones mínimas y números de tubos que puede albergar son las que se muestran en la Tabla 3. La anchura de zanja indicada en la tabla 3 es válida siempre que el tendido de los cables se realice con medios mecánicos, pero cuando el tendido sea manual, será la suficiente para permitir el trabajo de un hombre, conforme a la normativa de riesgos laborales.

En todo momento la profundidad mínima a la parte superior del tubo más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada.

**Tabla 3**

Canalización	Ancho (cm.)	Profundidad (cm.)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
A BORDE DE LA CALZADA	40	---	1+1R	3+1R	5+1R
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R	3+1R	5+1R
	60	---	---	---	8+1R

Donde R significa tubo de reserva.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las

tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que el tubo verde de comunicaciones irá situado por encima a 4 cm aproximadamente.

Se colocarán también una o dos (para el caso de 9 tubos) cintas de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm y a la parte superior del tubo de 25 cm.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor. A continuación se colocará el tubo verde de comunicaciones a 4 cm de la parte superior del tubo asegurando que este quede cubierto con una capa de como mínimo 4 cm de hormigón.

b) Cables directamente enterrados en zanja

Este tipo de canalización será el que se utilice de forma prioritaria en las zonas rurales y semiurbanas, cuya definición se indica en el R.D. 1955/2000 de 1 de diciembre.

Los cables irán alojados en zanjas cuyas dimensiones y número de ternas son las que se muestran en la siguiente tabla. En todo momento la profundidad mínima a la parte superior de la terna más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm. No se empleará este tipo de canalización en cruzamiento bajo calzada.

**Tabla 4**

Profundidad (cm.)	Ancho (cm)	Número de ternas
80	20	1
	60	2

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad. La anchura de zanja indicada en la tabla 4 es válida siempre que el tendido de los cables se realice con medios mecánicos, pero cuando el tendido sea manual, será la suficiente para permitir el trabajo de un hombre, conforme a la normativa de riesgos laborales.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocarán los cables, cubriendo los cables irá otra capa de arena de 10 cm y sobre ella irá siempre un tritubo de polietileno de alta densidad de color verde de 40 mm de diámetro con las funciones de protección mecánica de los cables y posible instalación de cables de comunicaciones para el sistema eléctrico.

Se colocará un tritubo para el caso de una terna y dos para el caso de dos ternas directamente enterradas.

A continuación se rellenará toda la zanja de la misma forma que en el caso anterior, es decir, con el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%. Se colocarán también una cinta de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima al suelo será de 10 cm y a la parte superior del cable de 25 cm.

#### c) Cables al aire, alojados en galerías visitables

Este tipo de canalización se evitará en lo posible, utilizándose únicamente en el caso en que el número de conducciones sea tal que justifique la realización de galerías; o en los casos especiales en que no se puedan utilizar las canalizaciones anteriores.

Cuando la canalización se realice a lo largo de galerías, se tenderá preferentemente cable no propagador de incendio RHZ1-2OL(AS) 12/20 kV 1x240 mm<sup>2</sup> KAL+H16. En el primer tramo interior de salida de subestación, el cable será preferentemente no propagador de la llama RHZ1-2OL(S) 12/20 kV 1x240 mm<sup>2</sup> KAL+H16. Ambos de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

#### Limitación de servicios existentes

No se instalarán cables eléctricos en galerías donde existan conducciones de gases o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento en el que evacua.

#### Condiciones generales

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales. En los puntos singulares, entronques, pasos especiales, accesos de personal, etc., se estudiarán tanto el correcto paso de canalizaciones como la seguridad de circulación de las personas.

Los accesos a la galería quedarán cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida del personal que esté en su interior. Deberán disponerse de accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueve a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y así, contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

#### Galerías de longitud superior a 400 metros

Cuando la longitud de la galería visitable sea superior a 400 m, además de los requisitos anteriores, dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm.), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias, tabiques de sectorización contra incendios (RF 120) con puertas cortafuegos (RF 90) cada 1.000 m como máximo, según ITC-LAT 06.

#### Disposición e identificación de los cables

En la medida de lo posible, se dispondrán los cables de distintos servicios y propietarios sobre soportes diferentes y se mantendrá entre ellos distancias tales que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio se procurará agrupar los cables por niveles de tensión (por ejemplo, agrupando los cables de MT en el lado opuesto de los de AT).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas de los cables en las galerías se harán de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes ni la instalación de nuevos cables.

Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la propiedad de la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

#### Sujeción de los cables

Los cables deberán ir fijados a las paredes de la galería mediante soportes tipo ménsula ó palomillas y asegurados con bridas de manera que los esfuerzos térmicos y termodinámicos debidos a las distintas condiciones que pueden presentarse durante la explotación de la Red, no puedan moverlos o deformarlos.

Asimismo, los circuitos de cables dispondrán de sujeciones que mantengan juntas entre sí las tres fases.

#### Equipotencialidad de masas metálicas accesibles

Todos los elementos para sujeción de los cables (soportes tipo ménsula, palomillas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

#### 1.9.5.2.1 TRAZADO

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

La longitud de la canalización será lo más corta posible.

Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.

El radio de curvatura una vez instalados los cables será superior de  $10(D+d)$ , siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.

Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.

Las distancias a fachadas estarán, siempre que sea posible, de acuerdo con lo especificado por los reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes.

Los trazados por zonas rurales que no discurren por vías públicas o paralelos a ellas se señalarán mediante la instalación de hitos prefabricados de hormigón, que se colocarán cada 50 metros en los tramos rectos y en todos los cruces y cambios de dirección. Estos hitos serán prismáticos de 20 cm de lado y 60 cm de altura. Dispondrán de un espacio para la etiqueta identificativa de la línea subterránea.

#### 1.9.5.2.2 PUNTOS DE ACCESO A LA RED

Se emplearán los puntos de acceso en zonas urbanas, donde frecuentemente se producen coincidencias de varias líneas en la misma canalización y existen otros servicios próximos.

Estos puntos de acceso facilitarán los tendidos de líneas a realizar en distintas fases evitando permisos y molestias al romper pavimentos, mejorando los tiempos de reposición del servicio al cliente en caso de averías en redes abiertas.

Los puntos de acceso se construirán de obra civil o prefabricado de hormigón.

Las tapas serán de fundición esferoidal según la Norma UNE EN 124, el esfuerzo asignado será función del pavimento donde vayan situadas, y además las tapas irán equipadas con elementos antiruido.

#### 1.9.5.2.3 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará también una cinta de señalización para el caso de cables directamente enterrados y una o dos (para el caso de 9 tubos) para el caso de cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm en el caso de cables entubados y 10 cm al suelo en el caso de los cables directamente enterrados.

En ambos casos quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos.

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R

de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de  $150\pm 5$  mm y su espesor será de  $0,1\pm 0,01$  mm.

### 1.9.5.3 PARALELISMOS

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### Otros cables de energía eléctrica

Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 25 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.5.2.

#### Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre cables MT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.5.2

#### Canalizaciones de agua

Los cables de MT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.5.2. Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

### Canalizaciones de gas

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 5.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.5.2.

**Tabla 5**

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior(*)	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

### Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.5.2.

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables de MT se instalarán separados de la conducción de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.5.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

#### **1.9.5.4 CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN**

##### Calzadas (Calles y carreteras)

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie en el cruzamiento no será inferior a 0,60 m.

Los tubos serán normalizados según el apartado 1.9.5.2. y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

#### **1.9.5.5 CRUZAMIENTOS CON OTROS SERVICIOS**

##### Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de MT discurren por debajo de los de BT.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.7.2.

##### Con cables de telecomunicaciones

La separación mínima entre los cables de MT y los de telecomunicación será de 20 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable MT como del cable de telecomunicación será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.7.2.

#### Canalizaciones de agua

En los cruzamientos de cables con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.7.2.

#### Canalizaciones de gas

En los cruces de cables con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 6. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.7.2.

**Tabla 6**

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

### Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.7.2.

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.7.2.

### Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados según el punto 1.9.7.2., los cuales distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

### **1.9.5.6 ACOMETIDAS**

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzca en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.9.7.2.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

### **1.9.5.7 PASO DE AÉREO A SUBTERRÁNEO**

En el caso de un tramo subterráneo intercalado en una línea aérea se instalarán pararrayos autoválvulas en cada uno de sus extremos como elementos de protección contra sobretensiones, cuya conexión será lo más corta posible, sin curvas pronunciadas y garantizando el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

En el paso aéreo a subterráneo, se instalará un dispositivo de seccionamiento cuando la longitud de la línea subterránea sea superior a 500 m.

Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el poste más próximo a la conexión aéreo subterránea o en el propio centro de transformación siempre que esté montado en una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido con un tubo de plástico rígido de la resistencia mecánica adecuada, cuyo interior será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Dicho tubo se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno. El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro de la terna de cables.

### **1.9.5.8 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN**

#### **1.9.5.8.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO**

En el paso aéreo a subterráneo, se instalará un dispositivo de seccionamiento con elementos de maniobra de accionamiento unipolar, manual con pértiga, capaces de abrir y cerrar circuitos con tensión y corrientes despreciables (sin carga), de intensidad nominal acorde con las necesidades de la instalación. Cuando la maniobra unipolar pueda dar lugar a fenómenos de ferresonancia se estudiara en el proyecto la forma de evitarlos.

Tendrán un nivel de aislamiento entre contactos abiertos que proporcionen garantías de corte efectivo.

En caso de seccionamiento en la red subterránea, ésta se realizará, bien con conexiones enchufables o bien mediante celdas de aislamiento independiente de las condiciones atmosféricas.

#### 1.9.5.8.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Las protecciones existentes en la cabecera de la línea, cuyas características y disposición se recogerán en el proyecto de la subestación suministradora, se complementarán con las protecciones contra sobretensiones necesarias descritas a continuación:

- La protección contra sobretensiones en Media Tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos autoválvulas, según la Norma UNE-EN 60099.
- Se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en la línea aérea, en el mismo herraje que los terminales del cable a proteger.
- Si la línea subterránea enlazara dos líneas aéreas se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en cada una de las líneas aéreas.

#### 1.9.5.9 EMPALMES Y TERMINACIONES

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 debe 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.

#### 1.9.5.10 PUESTA A TIERRA

En las redes subterráneas de Media Tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección
- Apoyos
- Pararrayos autoválvulas
- Pantallas metálicas de los cables

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea (esquema 1), y en ciertos casos especiales puede ser necesario conectar también las pantallas a tierra en los empalmes.

En el caso de canalización a lo largo de galerías visitables, se dispondrá una instalación de puesta a tierra única accesible a lo largo de toda la galería. Se dimensionará para la máxima corriente de defecto (fase-tierra) que se prevea pueda 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 en proyecto.

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.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra son:

- Línea de tierra.
- Electrodo de puesta a tierra

##### a) Línea de tierra

Está constituida por conductores de cobre o su sección equivalente en otro tipo de material. En función de la corriente de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas del conductor a emplear por la línea de tierra, a efectos de no alcanzar su temperatura máxima se deducirá según la expresión siguiente:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

En donde:

$I_d$  = Corriente de defecto en amperios ( $I_{dmax}=16kA$  )

$t$  = Tiempo de duración de la falta en segundos. ( $t=0,1$  seg)

$$\alpha \text{ (para } t \leq 5 \text{ seg)} \left\{ \begin{array}{l} 12,1 \text{ para conductores de cobre} \\ 8 \text{ para conductor de aluminio} \\ 4,4 \text{ para conductor de acero} \end{array} \right.$$

$\Delta\theta = 160^\circ C$  para conductor aislado,  $180^\circ C$  para conductor desnudo

En la siguiente tabla se indican las secciones mínimas del conductor.

**Tabla 7**

Sección (mm <sup>2</sup> )	Material	Duración de la falta (seg)								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	2	3	
Conductor desnudo	Cu	31	44	54	62	70	99	139	171	
	Al	47	67	82	94	105	149	211	258	
	Acero	86	121	148	171	192	271	383	469	
Conductor aislado	Cu	33	47	57	66	74	105	148	181	
	Al	50	71	87	100	112	158	224	274	

Se elegirán las secciones normalizadas, de valor igual o inmediatamente superior al calculado. En ningún caso, esta sección será inferior a 50 mm<sup>2</sup> para el cobre ó aluminio y 100 mm<sup>2</sup> para el acero.

Los conductores a utilizar cumplirán con las Normas UNE 207015 para cables de cobre desnudo, UNE-EN 50182 para cables de aluminio desnudo, UNE EN 50189 para cables de acero y UNE-EN 60228 para cables aislados.

b) Electrodos de puesta a tierra

Los elementos de difusión vertical estarán constituidos por picas cilíndricas acoplables de 2 metros de longitud de acero-cobre según UNE 21056 y con un recubrimiento de cobre

tipo recocido industrial según UNE 20003 con un espesor medio mínimo de 0,3 mm no siendo en ningún punto el espesor efectivo inferior a 0,27 mm. La sección mínima para el anillo difusor, realizado en cobre, será 50 mm<sup>2</sup>.

### **1.10 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, formará parte del plan de ejecución de la obra, por lo tanto, será el contratista adjudicatario de la obra proyectada, el encargado de elaborar dicho plan.

Se deberán seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, deberán garantizar que los trabajos cumplan con los requisitos del proyecto.

### **1.11 CONSIDERACIONES FINALES**

En los capítulos anteriores de esta memoria, se ha expuesto fundamentos técnicos que han servido de base para la confección del proyecto.

Acompaña a la presente memoria, los cálculos justificativos, estudio básico de seguridad y salud, presupuesto y los planos que se han creído convenientes para la perfecta interpretación de las instalaciones que se han de realizar.

El técnico que suscribe considera suficientes datos que se aportan para su estudio por parte de los organismos oficiales, estando dispuesto a aclararlos o completarlos, si la Administración del Estado lo estima conveniente, esperando que el presente proyecto sea una perfecta guía para la ejecución de la obra.

### 1.12 DOCUMENTOS

El presente proyecto contiene los siguientes documentos:

- Memoria
- Cálculos justificativos
- Estudio básico de seguridad y salud
- Presupuesto
- Planos, en los que se definen los detalles constructivos

**Albacete, Junio de 2018**

**El Ingeniero Técnico Industrial**

**Fdo.: Raúl Montero Sotos**

**Colegiado N° 1.305 del C.O.I.T.I. de Albacete**