

**PROYECTO DE:**  
**LINEA AÉREA DE 15 KV Y C.T.I 50 KVAS**  
**PARA ABASTECIMIENTO**

**ESTACIÓN DEPURADORA**  
**DE AGUAS RESIDUALES**

*NºEXPEDIENTE UNIÓN FENOSA: 348308020069*

PETICIONARIO:

**ENTIDAD PÚBLICA AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA**  
**C/ Berna, 2 Ed. Bulevar C.P.45003 Toledo**  
**(TOLEDO)**

EMPLAZAMIENTO:  
**POLÍGONO 507, PARCELA 1004**  
**CASTEJÓN(CUENCA)**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2008**



**Antonio Soler García**  
**COLEGIADO Nº 118**  
**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL**

## 1. MEMORIA

### Partes de las consta el proyecto en cuestión

## 1. MEMORIA.

### 1.1 ANTECEDENTES.

La **ENTIDAD PÚBLICA AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA**, con CIF.: S4500084A y domicilio social en C/ Berna, 2 Ed. Bulevar C.P.45003 Toledo, pretende realizar las obras de implantación de una **ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES**, para la cual necesita ejecutar la instalación eléctrica de abastecimiento necesaria para su correcto funcionamiento. la ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES se ubicará en la Parcela 1004, Polígono 507, parcelas propiedad del **EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTEJÓN** y pertenecientes al termino municipal de **CASTEJÓN** (Cuenca).

Para ello la empresa encargada de la ejecución de las obras **"RAYET CONSTRUCCIÓN S.A."**, solicita la redacción del presente proyecto al Ingeniero Técnico Industrial., que suscribe D. Antonio Soler García colegiado nº118 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Cuenca. El cual les agradecería **remitieran** a la siguiente **dirección**, cualquier tipo de comunicación o carta al respecto del presente proyecto para la agilización en los tramites de legalización de las instalaciones:

**D. Antonio Soler García**  
**C/ La Virgen, nº 55**  
**16200 Motilla del Palancar (Cuenca)**

### 1.2. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es obtener las correspondientes autorizaciones por parte de la Delegación Provincial de Industria de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha y de la Empresa Suministradora de Energía Iberdrola s.a., para realizar la instalación de **UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE DE 50 KVAS, UNA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN TIPO LA-56 DE 55 m.**

**Entroncaremos** intercalando un apoyo del tipo C-2000-12 a 15 metros del Nº 97 de la LÍNEA 15 KV denominada LAMT DE CAÑEVERAS-PRIEGO ST OLMEDA DE LA CUESTA existente propiedad de UNIÓN FENOSA, en el POL.507 PARC. 1004. De aquí volaremos con conductor **LA-56** a lo largo de **40 metros** hasta llegar al **apoyo Nº2** del mismo tipo que el anterior POL 507 PARC. 1004, donde se instalará el **CTI de 50 kvas**, que alimentará la futura Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R) de la localidad de CASTEJÓN(Cuenca).

- **55 METROS** de **LAMT tipo LA-56**, formada por **2 apoyos** del tipo **12C2000**.
- **CTI DE 50 Kvas**, para abastecimiento de la E.D.A.R.
- Una **LSBT** de **4X50 mm2 de 15 metros**, bajo tubo de PE 160mm<sup>2</sup>, hasta Cuadro de Protección y Mando de la E.D.A.R, situado en el POL.507, PARC.1004.

Dicho Centro de Transformación de Intemperie de 50 Kvas se ubicará en PARCELA 1004 POL. 507. Para la ejecución de las obras se contará con los pertinentes permisos de apoyo y vuelo, además de la LICENCIA DE OBRA MUNICIPAL.

### 1.3. REGLAMENTACIONES Y DISPOSICIONES OFICIALES.

En la redacción del presente proyecto, se han tenido en cuenta todas y cada una de las prescripciones y disposiciones contenidas en:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Real Decreto del M.I. 3275/82 de Noviembre de 1982, B.O.E. 1/12/82).
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Real Decreto 3275/82. (Orden de 6 de Julio de 1984, B.O.E. del 1/8/84) (Orden de 18 de Octubre de 1984, B.O.E. del 25/10/84).
- Ley 54/97, el RD 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Orden de 13-03-2002, de la Consejería de Industria y Trabajo, por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto).
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Decreto 2413/73. (Orden Ministerial 31 de Octubre de 1973, B.O.E. 27, 28, 29 y 31/12/73).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (M.T. de 19 de Marzo de 1971).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 de 8 de noviembre, BOE nº 69 de 10-11-95).
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. ("BOE" 13-12-2003)

- Normas particulares de **UNIÓN FENOSA**.
- Normas UNE.
- Ordenanzas Municipales.

Otras Disposiciones Oficiales, Decretos, Órdenes Ministeriales, Resoluciones de la Dirección General de la Energía, etc., que modifican o puntualizan el contenido de los citados.

#### 1.4. EMPLAZAMIENTO

La ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES se ubicará en, Pol. 507 Parc. 1004 perteneciente al termino municipal de CASTEJÓN (Cuenca).

**Relación de parcelas afectadas:**

- **Parcela 1004 Polígono 507**

**TODO ELLO SEGÚN DOCUMENTACIÓN GRÁFICA APORTADA.**

#### 1.5. TITULAR

El titular de la instalación será:

La **ENTIDAD PÚBLICA AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA**, con CIF.: S4500084A y domicilio social en C/ Berna, 2 Ed. Bulevar C.P.45003 Toledo.

Persona de Contacto:

**Dña. Verónica Montero Robles**, DNI 1176847 Y

#### 1.6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.

Se instalará:

- **1 Transformador de 50 Kvas para abastecimiento de la ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R).**

El CTI DE LA E.D.A.R, dará suministro en BT por medio de UNA línea subterránea, hasta el cuadro de Baja Tensión.

**El programa de necesidades se establece así en:**

- **ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES 5,2 KW**

**5,2 KW**

#### 1.7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

##### 1.7.1. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN LA- 56

##### CLASE DE ENERGÍA.

Corriente..... Alterna trifásica.

Frecuencia..... 50 Hz.

Tensión compuesta..... 20 KV.

Tensión más elevada ..... 24 KV.

##### TRAZADO DE LA LÍNEA.

La línea aérea que se proyecta estará formada por un circuito simple de tres conductores de aluminio-acero tipo LA-56 , para tensión de 15 KV, encuadrándose, según el artículo 2 del R.L.A.T. dentro de la tercera categoría.

**Entroncaremos** intercalando un apoyo del tipo C-2000-12 a 15 metros del Nº 97 de la LÍNEA 15 KV denominada LAMT DE CAÑEVERAS-PRIEGO ST OLMEDA DE LA CUESTA existente propiedad de UNIÓN FENOSA, en el POL.507 PARC. 1004. De aquí volaremos con conductor **LA-56 a** lo largo de **40 metros** hasta llegar al **apoyo Nº2** del mismo tipo que el anterior POL 507 PARC. 1004, donde se instalará el **CTI de 50 kvas**, que alimentará la futura Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R) de la localidad de CASTEJÓN (Cuenca).

##### CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

NO EXISTEN CRUCES EN ESTE PROYECTO.

Según Art. 33 del Capítulo VII del R.L.A.T.

### Carreteras y ferrocarriles sin electrificar.

Queda modificada en este caso la condición a) del artículo 32, en lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, en líneas de primera y segunda categoría, admitiéndose la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce. La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera o sobre las cabezas de carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar será de:

$$6,3 + U/100 \text{ metros}$$

con un mínimo de 7 metros.

### Distancia de los conductores al terreno.

De acuerdo con el art.25, apartado 1 del R.L.A.T., la mínima distancia de los conductores en su posición de máxima flecha, a cualquier punto del terreno, es:

$$5,3 + \frac{U}{150} \text{ metros}$$

con un mínimo de 6 m.

### PARALELISMOS

#### Vías de comunicación.

Se prohíbe la instalación de apoyos de líneas eléctricas de alta tensión en las zonas de influencia de las carreteras, a distancias inferiores a las que se indican a continuación, medidas horizontalmente desde el eje de la calzada y perpendicularmente a éste:

En las carreteras de la red estatal (nacionales, comarcales y locales): **25 metros**,

En las carreteras de la red vecinal: 15 metros.

También se prohíbe la instalación de apoyos que, aun cumpliendo con las separaciones anteriores, se encuentren a menos de **ocho metros** de la arista exterior de la explanación o a una distancia del borde de la plataforma inferior a **vez y media su altura**.

Por lo que se refiere a ferrocarriles y cursos de agua, navegables o flotables, se prohíbe la instalación de líneas eléctricas a distancias inferiores a 25 metros, ni a vez y media la altura de sus apoyos con respecto al extremo de la explanación o borde del cauce, respectivamente. A estas distancias mínimas podrá autorizarse el paralelismo en longitudes que no superen a un kilómetro para líneas de primera y segunda categoría, y en longitudes no superiores a cinco kilómetros para líneas de tercera categoría.

En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación de la Administración podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas y el paralelismo en longitudes mayores de las anteriormente señaladas

### CONDUCTORES EMPLEADOS.

Los conductores que contempla este Proyecto Tipo son de aluminio-acero galvanizado y de aluminio-acero aluminizado de 54.6 mm<sup>2</sup> de sección, según norma UNE 21018, los cuales están recogidos en las normas NI 54.63.01 y NI 54.63.02 y cuyas características principales son:

Designación UNE	LA - 56	LARL - 56
Sección de aluminio, mm <sup>2</sup>	46,8	46,8
Sección total, mm <sup>2</sup>	54,6	54,6
Equivalencia en cobre, mm <sup>2</sup>	30	30
Composición	6 + 1	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm	3,15	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1640	1720
Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	7900	7500
Coefficiente de dilatación lineal, °C <sup>-1</sup>	0,0000191	0,0000193
Masa aproximada, kg/km	189,1	179,7
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km	0,6136	0,5808
Densidad de corriente, A/mm <sup>2</sup>	3,7	3,7

### APOYOS.

Los apoyos de alineación serán de hormigón armado y vibrado o bien de chapa metálica según las normas NI 52.04.01 y 52.10.10 respectivamente.

Los apoyos de ángulo, dependiendo del valor de éste, podrán ser de alguno de los tipos indicados en el párrafo anterior, o bien de perfiles metálicos o tubulares de hormigón, según las normas NI 52.10.01 y 52.04.02 respectivamente. Estos dos últimos tipos de apoyos son los indicados también para anclaje y fin de línea.

Los apoyos estarán constituidos por una estructura metálica formada por perfiles de acero laminado, soldados o unidos con tornillos graneteados. Estarán contruidos como mínimo con acero A-42b.

Se instalarán **DOS** apoyos del tipo **C2000-12**, en los que se colocará placa de advertencia de riesgo de eléctrico TIPO CE 14.

**SE INSTALARÁN FUSIBLES XS EN EL APOYO Nº1, EN EL Nº2 SE INSTALARÁ EL CTI 50 Kvas.**

Estará constituido por varios cuerpos, que se denominan cabeza, tramos intermedios y tramos de anclaje. Las cabezas serán prismáticas de sección cuadrada y estarán formadas por

cuatro montantes de angulares de alas iguales, unidos entre sí por una sola celosía sencilla, soldada en los montantes y reforzada por barras horizontales. Los tramos intermedios y de anclaje serán troncopiramidales, de sección cuadrada y estarán formados por cuatro montantes de alas iguales unidos por celosía sencilla atornillada.

Las características principales de estos apoyos son las indicadas en la tabla siguiente:

Apoyo Tipo	Valores especificados		Valores límite		Ecuación Resistente
	En (daN)	V (daN)	KAN	H (daN)	
C- 500	500	600	3100	500	$V + 5.H = 3100$
C-1000	1000	600	5600	1000	$V + 5.H = 5600$
<b>C-2000</b>	<b>2000</b>	<b>600</b>	<b>10600</b>	<b>2000</b>	<b><math>V + 5.H = 10600</math></b>
C-3000	3000	800	15800	3000	$V + 5.H = 15800$
C-4500	4500	800	23300	4500	$V + 5.H = 23300$
C-7000	7000	1200	36200	7000	$V + 5.H = 36200$
C-9000	9000	1200	46200	9000	$V + 5.H = 46200$

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Función
<b>1</b>	Anclaje. FUS XS	C-2000-12
<b>2</b>	FIN DE LINEA. CTI50 Kvas	C-2000-12

## CRUCETAS.

Las crucetas a utilizar serán metálicas, según las normas NI 52.30.22, 52.31.02 y 52.31.03. Su diseño responde a las nuevas exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, tendentes a la protección de la avifauna, tal y como se describe en el Anexo F.

Serán metálicas, galvanizadas por inmersión en caliente. Al igual que los apoyos, estarán contruidos en talleres de garantía reconocida.

Se utilizará en el apoyos de anclaje crucetas tipo RC2 20/5, RC1.-15/5, RC2.-15/5, excepto en el caso de los apoyos 3 y 4 que se utilizarán BC2-15 para la sustentación de los diferentes elementos de protección y maniobra

Designación	Esfuerzo vertical admisible daN	Separación entre fases contiguas mm	Código
BC1-15	200	1500	5231050
<b>BC2-15</b>	<b>300</b>	<b>1500</b>	<b>5231052</b>
BC2-20	300	2000	5231054
BC3-20	450	2000	5231056

Designación	Separación entre conductores a en mm	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de seguridad	CÓDIGO
			V	L	F		
<b>RC1-15/5</b>	<b>1500</b>	<b>A</b>	<b>250</b>	--	<b>1500</b>	1,5	<b>5231200</b>
RC1-20/5	2000	B	250	1500	--		5231202
RC2-15/5	1500	A	450	--	2000		5231204
<b>RC2-20/5</b>	<b>2000</b>	<b>B</b>	<b>450</b>	<b>2000</b>	--		<b>5231206</b>
RC3-15/5	1500	A	800	--	2000		5231208
RC3-20/5	2000	B	800	2000	--		5231210

## RESUMEN DE CRUCETAS UTILIZADAS.

Las crucetas que se utilizarán se encuentran resumidas en la tabla siguiente:

Nº Apoyo	Tipo de Cruceta	Función de la Cruceta
1	RC2-20/ 5 RC1-15/5	AC
2	RC2-20/ 5	FL. CTI 50 Kvas

## AISLAMIENTO Y HERRAJES.

El aislamiento estará formado en general por cadenas de aisladores de tipo caperuza y vástago, de diferente constitución, según la clase de apoyo en que hayan de ser colocados.

Para la justificación del nivel de aislamiento, se tendrá en cuenta el art. 24 del R.L.A.T.

Los datos de la línea que nos ocupa son:

1. Tensión nominal: 20 KV eficaces.
2. Tensión más elevada: 24 KV eficaces.

## NIVELES DE AISLAMIENTO.

Para mantener el nivel de aislamiento mínimo exigido en el artículo 24 del R.L.A.T. y Normas



de la Compañía Suministradora. Se usarán cadenas de amarre con alargadera para nivel de aislamiento II (Medio).

#### .NIVEL DE AISLAMIENTO Nº 2:

Las características del elemento aislador, para este nivel de aislamiento, que corresponden al tipo “U 70-BS” de la norma UNE 21124 (Mayo 1.983), son las siguientes:

Material.....	Vidrio.
Esfuerzo de rotura electromecánico o mecánico.....	7.000 daN.
Diámetro nominal máximo de la parte aislante.....	255 mm.
Paso nominal.....	127 mm.
Línea de fuga.....	280 mm.
Diámetro del vástago.....	16 mm.

La línea aérea en proyecto discurre por terrenos con un nivel de polución medio, por lo que en el apoyo para punto firme, al tener un nivel de aislamiento 2, se utilizarán **DOS** aisladores del tipo “U 70-BS” para las cadenas horizontales con grapa de amarre y para las cadenas Verticales con grapa de suspensión.

#### **AISLAMIENTO DE CONDUCTORES Y HERRAJES CON FINES DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.**

Ante la problemática existente en la protección de aves por descargas en los tendidos eléctricos.

A tal efecto dicha solución debe cumplir los siguientes requisitos:

- Proteger las aves de descargas en tendidos eléctricos.
- Que el sistema sea duradero y permanente ante las agresiones externas (radiación solar, lluvia, polvo, contaminación, etc.).

Para el cumplimiento de los requisitos anteriormente expuestos, se opta por la colocación de una alargadera ALV 16-470, junto con una Rotula larga R-16-AP.

#### **FORMACIÓN DE CADENAS.**

Los diferentes herrajes se denominan de acuerdo con el criterio establecido en la Recomendación UNESA 6617 (Septiembre 1.985), y cuyas características y ensayos de comprobación, deberán cumplir lo especificado en la norma UNE 21158 (Julio 1.990).

En este proyecto se utilizarán cadenas de amarre, tanto para el entronque como para el final de línea. Los elementos constructivos de las cadenas están recogidos en los documentos MT de IBERDROLA. Cumpliendo con la protección de la Avifauna.

#### Nivel de polución medio (II)

#### AISLADORES RÍGIDOS

Si se emplea aislamiento de composite según norma NI 48.08.01, las cadenas estarán formadas por un aislador U 70 YB20

#### Aislador tipo U 70 BS

Se emplean aisladores de vidrio de tipo caperuza y vástago según norma NI 48.10.01, se utilizarán, por cadena, dos aisladores del tipo U 70 BS y cuyas características son:

• Material .....	Vidrio
• Carga de rotura.....	7.000 daN
• Diámetro nominal máximo de la parte aislante .....	255 mm
• Paso nominal .....	127 mm
• Línea de fuga .....	310 mm
• Diámetro del vástago .....	16 mm

En cadenas con dos elementos, las características de la mismas son :

• Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto ...	72 kV eficaces
• Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta .....	190 kV

#### **EMPALMES, CONEXIONES Y RETENCIONES.**

Los materiales específicos para empalmes, conexiones y retenciones, vendrán definidos según las normas NI 58 21 01, 58 04 00, 58 51 11, 58 50 01, conectores de derivación por cuña a

presión, manguitos de empalme a compresión, terminales a compresión y bases terminal roscadas.

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. Los empalmes y conexiones no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90% de la carga de rotura del conductor, es decir 1.499 Kg.

La conexión de conductores sólo puede realizarse en conductores sin tensión mecánica, o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en éste caso tendrán una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor, es decir, de 333,2 Kg. Queda prohibida la ejecución de los empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en la instalación de la línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de averías podrá permitirse la colocación de dos empalmes.

## APARELLAJE DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.

### SECCIONAMIENTO.

(no se contemplan en este proyecto)

Están normalizado dos tipos de **seccionalizadores** según su forma de actuación:

- seccionalizador de segundo ciclo: SZ2
- seccionalizador de tercer ciclo: SZ3

El SZ2 provoca la apertura del circuito en el tiempo que permanezca abierto el interruptor de cabecera después del segundo disparo consecutivo.

El SZ3 lo hace después del tercer disparo consecutivo.

Tanto un tipo como otro se fabricarán para las intensidades de servicio indicadas en la tabla 1.

### Características técnicas

Son las siguientes:

- tensión nominal: 36 kV

- capacidad de cortocircuito: 8 kA según RU 6406 B
- intensidades de servicio: ver tabla 1
- intensidades de disparo o umbrales de funcionamiento: ver tabla 1
- tiempo de restablecimiento: 30 s aproximadamente
- endurance mecánica: 2000 disparos

Tabla 1

Intensidades de servicio y de disparo

Intensidad máxima de servicio (A)	Intensidad de disparo (umbral) (A)
8	12
15	25
25	40
38	63
60	100
90	140

## TERMINALES.

Terminales para cable subterráneo, los utilizaremos para la derivación Aereo-Subterránea, en la derivación individual.

Designación	Tensión kV	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Naturaleza del conductor	Código
TES/24-R/50	24	50	A1	5684651
<b>TES/24-R/150÷240</b>		<b>150 y 240</b>		5684657
TES/24-R/400		400		5684658
TES/36-R/50	36	50		5684661
TES/36-R/150÷240		150 y 240		5684667
TES/36-R/400		400		5684668
TES/24-D/50	24	50		5684681
TES/24-D/150÷240		150 y 240		5684687
TES/24-D/400		400		5684688
TES/36-D/50	36	50		5684691
TES/36-D/150÷240		150 y 240		5684697
TES/36-D/400		400		5684698



## PARARRAYOS.

Pararrayos normalizados. Características esenciales y códigos

Designación	Frecuencia asignada Hz	Tensión asignada Ur kV	Tensión máxima servicio continuo Uc Kv	Utilización tensión de red kV	Corriente nominal de descarga (onda 8/20µs) kA	Código
POM-P 15/10	50	15	12	11 13,2	10	7530002
POM-P 21/10		21	18	15 20		7530004
POM-P 33/10		33	27	30		7530007

## CORTACIRCITOS FUSIBLES DE EXPULSIÓN – FUS XS (A INSTALAR)

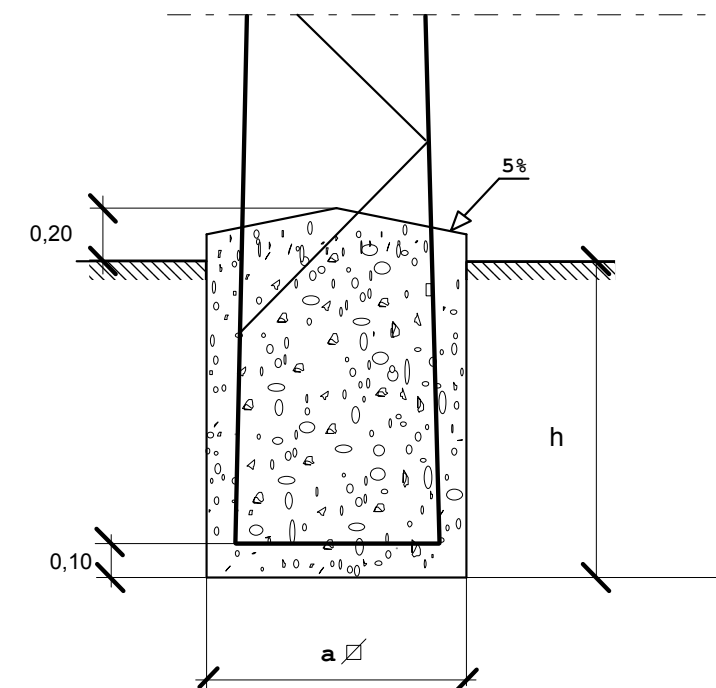
Designación Iberdrola	Tensión asignada kV	Intensidad asignada A	Nivel de contaminación	Código
B-CFE 24-II	24	200	II	75 07 196
B-CFE 24-IV	24		IV	75 07 197
B-CFE 36-II	36		II	75 06 196
B-CFE 36-IV	36		IV	75 06 197
P-CFE 24	24	100		75 07 164
P-CFE 36	36			75 06 164
CS-CFE 24	24	200		75 07 191
CS-CFE 36	36			75 06 191
CFE 24-II	24	200	II	75 07 192
CFE 24-IV	24		IV	75 07 193
CFE 36-II	36		II	75 06 192
CFE 36-IV	36		IV	75 06 193
FE-6,3	24 y 36	6,3		75 06 109
FE-10		10		75 06 111
FE-20		20		75 06 114
FE-25		25		75 06 115
FE-50		50		75 06 118
FE-100		100		75 06 120
FE-6,3-1/4	24 y 36	6,3		75 06 179
FE-10-1/4		10		75 06 181
FE-20-1/4		20		75 06 184
FE-25-1/4		25		75 06 185
FE-50-1/4		50		75 06 188
FE-100-1/4		100		75 06 190

## CIMENTACIONES.

Las cimentaciones de los apoyos se ejecutarán con hormigón en masa de un solo bloque, habiéndose verificado la seguridad al vuelco mediante la fórmula de Sulzberger con coeficiente de seguridad de 1,5.

Se ha estimado un coeficiente de compresibilidad del terreno de 12 Kg/cm<sup>3</sup> por ser el terreno por el que discurre la línea terreno normal.

Las dimensiones de las cimentaciones y volúmenes de excavación de las cimentaciones y de los cimientos para los apoyos utilizados en el presente proyecto son:



Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos

APOYO	CIMENTACION				APOYO	CIMENTACION			
Designación Iberdrola	a m	h m	Vol. excav. m³	Vol. horm. m³	Designación Iberdrola	a m	h m	Vol. excav. m³	Vol. horm. m³
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14	C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58	C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01	C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55	C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07	C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76	C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50

C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44	C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93	C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41	C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04	C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61	C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30	C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66	C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23	C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75	C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44	C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05	C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85	C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53

## TOMAS DE TIERRA.

### Apoyos con cimentación en tierra

Zona no frecuentada (N)

#### Puesta a tierra, PT

La puesta a tierra se realizará según el esquema de la figura, y consiste en:

- se instalará una pica en el lateral del macizo de la cimentación, conectada al anclaje mediante cable de cobre protegido por tubo de plástico.
- los cables de cobre irán conectados a los anclajes mediante grapas de conexión sencilla.

#### Mejora de tierra, MT

Si la medida de la resistencia de la TT resulta superior a  $60\Omega$ , se efectuará una mejora según indica la figura 9, posición 1, que consistirá en:

- la instalación de dos o más picas con sus correspondientes antenas.

Zonas de pública concurrencia (PC), frecuentadas (F) y apoyos de maniobra (AM).

#### Puesta a tierra, PT

La puesta a tierra se efectuará siguiendo el esquema de la figura, esto es:

- se instalará en una zanja en forma de anillo alrededor de la cimentación el cable de cobre que se conectará a los anclajes. La salida y entrada al anillo se hace a través de un tubo de plástico embebido en el hormigón.
- se hincará una pica conectada al anillo de cobre.
- los cables de cobre irán conectados a los anclajes mediante grapas de conexión paralela.
- en el anclaje opuesto al ocupado por el de entrada-salida del cable de cobre del primer anillo, se dejará colocado tubo de plástico embebido en el hormigón, por si hubiera que realizar mejoras de la puesta a tierra

#### Mejora de la puesta a tierra, MT

Efectuada la medida de resistencia de la PT, si ésta resulta superior a  $20\Omega$ , se realizará la mejora de tierra según indica la figura 9:

- bien instalando cuatro picas sobre el primer anillo, figura 9, posición 3,

- o bien instalando un segundo anillo de cable de cobre concéntrico al anterior, en una zanja ligeramente más profunda que la del primer anillo, conectándolo al anclaje opuesto al del primer anillo, figura 9 posición 5;

- o bien efectuando la combinación de ambas, realizando lo indicado en la figura 9 posiciones 3 y 5

Efectuada una segunda medida de la resistencia de la TT, si no ha alcanzado la resistencia prescrita, se efectuará una ampliación de la mejora, figura 9 posición 7, que consistirá en:

- instalar seis picas conectándolas al segundo anillo mediante grapas de conexión a pica, hasta conseguir que la resistencia de difusión del conjunto de la TT sea inferior o igual a  $20\Omega$

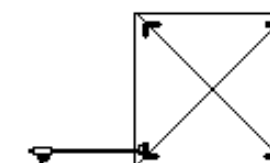
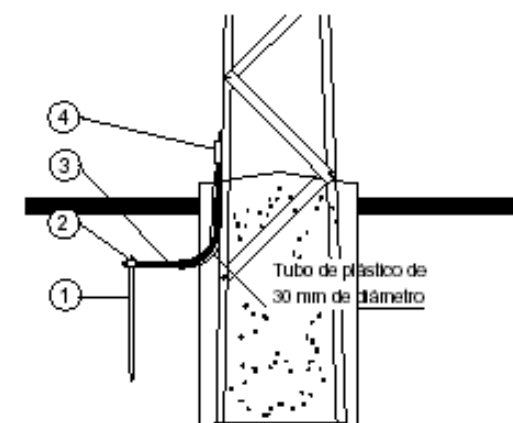
### Apoyos con cimentación mixta o roca

Las puestas a tierra y sus mejoras, de los apoyos que dispongan de cimentación mixta o roca, siguen los mismos criterios que para las cimentaciones en tierra, como puede verse en los esquemas de las figuras 7 y 8.

La única diferencia entre las TT de cimentaciones mixtas o en roca con las de tierra, es que en las primeras, las picas tanto de puesta a tierra como de mejora, van instaladas en taladros rellenos de polvo de grafito y tierra de la propia excavación, o de algún otro tipo de producto químico.

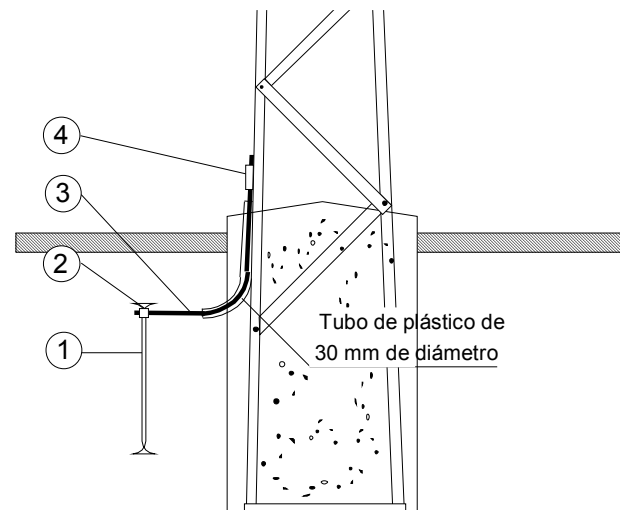
### Puesta a tierra en apoyos con cimentación monobloque

Cimentación en tierra  
Zona no frecuentada (N)

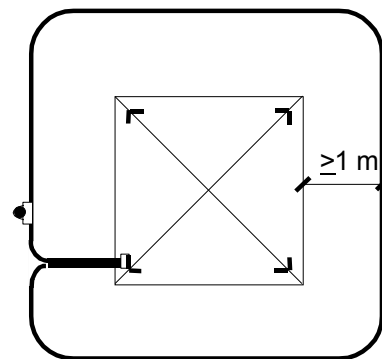


Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Und.	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26.01
2	1 Und.	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	2 m.	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54 10 01
4	1 Und.	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 58 26 04

**PUESTA A TIERRA EN APOYOS.  
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA**



ZANJAS: 0,60 m de profundidad



**Zona frecuentada (N) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)**

Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Und.	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26.01
2	1 Und.	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	----- m.	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54 10 01
4	1 Und.	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de Cu	58 26 035	NI 58 26 04

Puesta a tierra en apoyos con cimentación monobloque  
Cimentación mixta y en roca  
Zona no frecuentada (N)

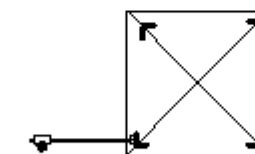
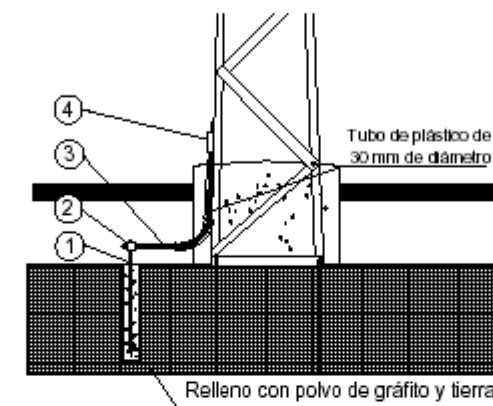


Figura 7

Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Und.	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26.01
2	1 Und.	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	2 m.	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54 10 01
4	1 Und.	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 58 26 04

Puesta a tierra en apoyos con cimentación monobloque

Cimentación mixta y en roca

Zona frecuentada (F) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)

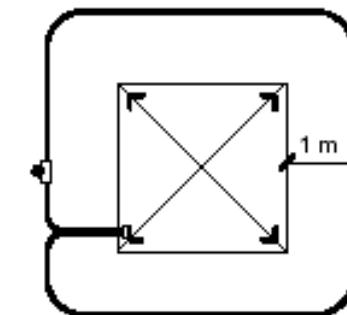
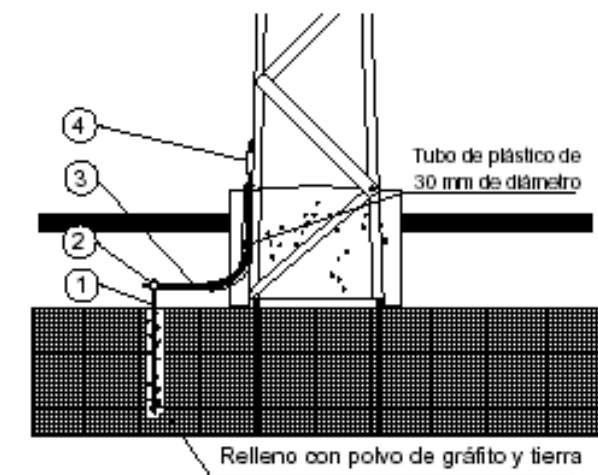


Figura 8

Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Und.	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26.01
2	1 Und.	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	----- m.	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54 10 01
4	1 Und.	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de Cu	58 26 035	NI 58 26 04

Figura 9

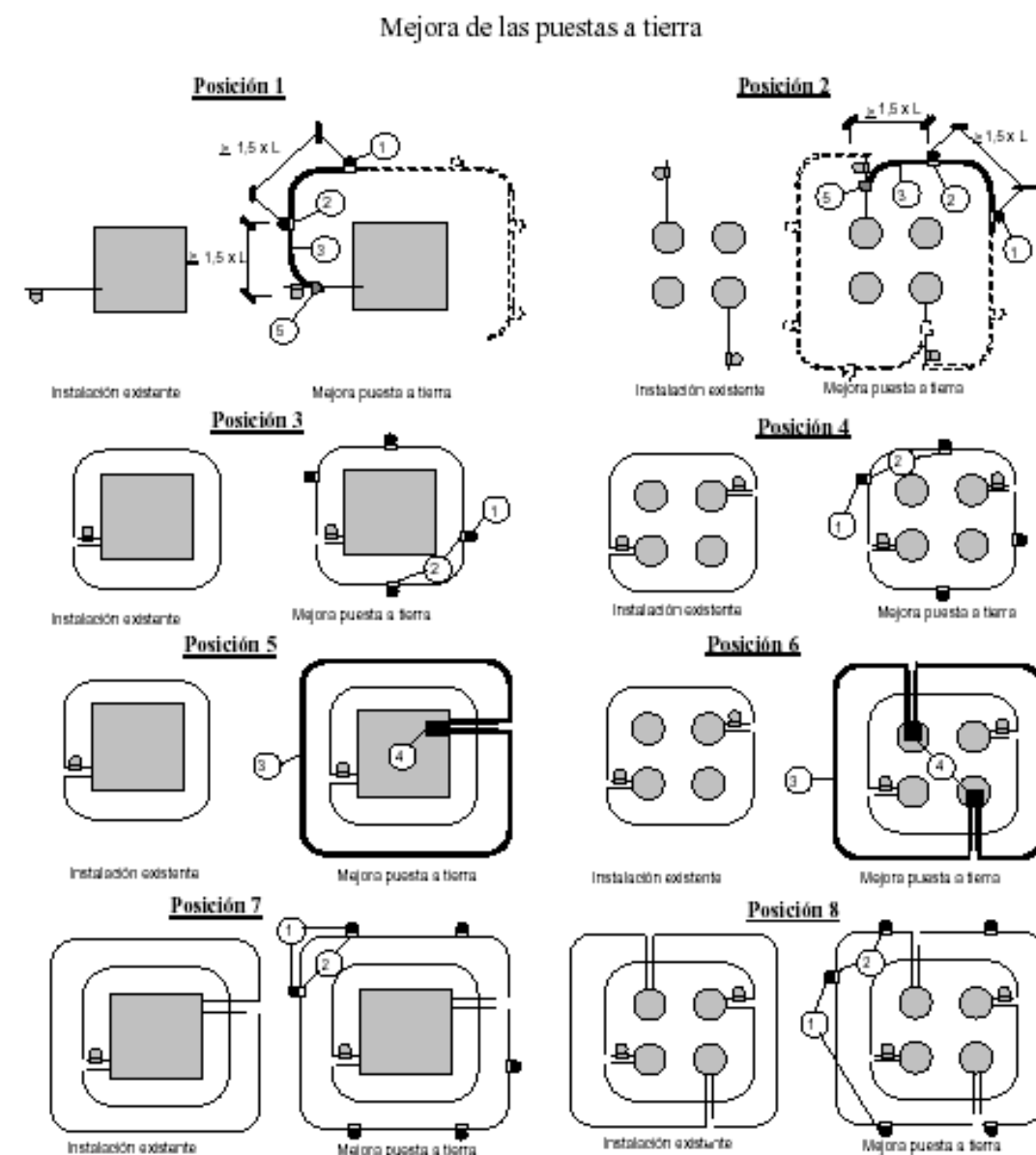


Figura 9

Materiales				Posición 1 y 2	Posición 3 y 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7 y 8
Marcas	Designación	Código	Norma	Cantidades				
1	PL 14-1500	50 26 164	NI 50.26.01	2 Und.	4 Und.			6 Und.
2	GC-P14,6/C50	58 26 631	NI 58.26.03	2 Und.	4 Und.			6 Und.
3	C 50	54 10 050	NI 54.10.01	6 m		según/cimen	según/cimen	
4	GCP/C16	58 26 035	NI 58.26.04			1 Und.	2 Und.	
5	DCP 50C/50C	58 21 510	NI 58.21.01	1				



## NUNERACIÓN DE APOYOS.

Según el artículo 12.7 del R.L.A.T., todos los apoyos se numerarán con pintura negra, ajustándose a la dada en el plano de perfil longitudinal. Las cifras serán legibles desde el suelo.

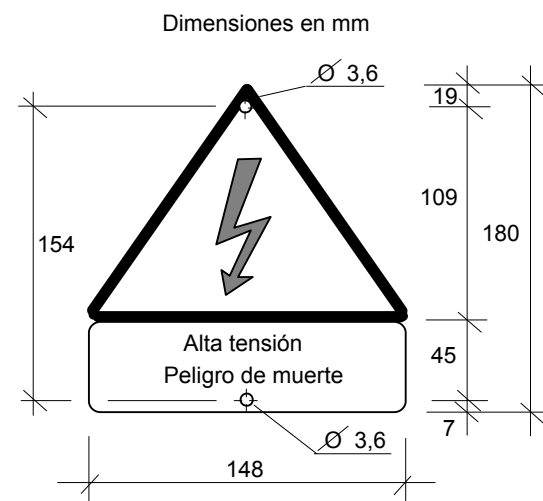
**En nuestro caso los apoyos adoptarán la numeración de Nº1 al Nº2**

## PLACAS DE RIESGO ELECTRICO CE 14.

Así mismo, como también se indica en el artículo 12.7, los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo, con una altura mínima de 2 metros.

La placa de riesgo se montará en la placa base PIU, por medio de remaches o tornillos M3. El conjunto se situará en el apoyo a una altura máxima sobre el suelo de 5,86 metros.

Siguiendo las indicaciones de la NI 29 00 00



## ANTIescalOS.

Se instalarán en los apoyos situados en lugares de fácil acceso público

### 1.7.3. Características generales CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE 50 KVAs, E.D.A.R CASTEJÓN.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CTI

El centro de transformación del presente proyecto será del tipo intemperie, colocados sobre apoyos metálicos de Celosía.

Cada uno de los transformadores tendrá una potencia nominal de 50 kvas. Y estará fijado al poyo mediante un soporte metálico destinado para tal fin. Dicho soporte irá fijado al apoyo mediante tornillería adecuada y nunca de calibre inferior a 12 mm.

El transformador no estará nunca a una altura inferior a 5 metros del suelo de las partes en tensión que no estén protegidas contra contactos accidentales y la parte inferior de la cuba del transformador será como mínimo de 3 metros.

Puesto que la salida de baja tensión se prevé sea subterránea, se dejarán tubos de PVC embebidos en la cimentación. El cable quedará protegido por los antiescalos, desde el armario hasta el tubo de PVC.

La conexión con el lado de baja tensión se realizará mediante un juego de puentes trifásicos de cables de aluminio con aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado (XLPE), aislamiento 0.6/1 kv de 3x95 mm<sup>2</sup> de sección para las fases y 1x54.6 mm<sup>2</sup> de sección para el neutro. Este conductor, se empleará para conectar los bornes de baja tensión del transformador con el cuadro de baja tensión. La Intensidad admisible por dichos conductor, es según la instrucción ITC-BT 06 de 230 A muy superior a la intensidad máxima que proporciona el transformador a plena carga.

La unión de los cables a los bornes del transformador, se efectuará mediante terminales bimetálicos de Al-Cu.

La conexión de los pararrayos autovalvulares, se hará mediante conductor desnudo y de las mismas características que el de la línea. La conexión recorrerá un tramo lo mas corto posible.

Las conexiones a tierra deberán ser instaladas mediante conductores de cobre desnudo entre el borde de tierra del pararrayo y la línea de puesta a tierra de las masas.

Su longitud deberá ser lo mas corta posible con objeto de minimizar los efectos de la autoinducción y de la resistencia óhmica.

## TRANSFORMADORES

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kv, y la tensión de salida en carga de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro.

El transformador a utilizar, tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y adsorción de humedad, así como lunas dimensionadas reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la norma UNE 20.138 y a las normas particulares de la compañía distribuidora, siendo estas las siguientes:

- Potencia nominal **50 Kvas**
- Tensión Nominal Primaria 20 kv
- Tensión Nominal Secundaria 400 V
- Conexión Dyn 11
- Nivel de Aislamiento

Tensión de ensayo a onda de choque 125 kv

Tensión de ensayo a 50 Hz 1 Min.

#### 1.7.4. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

##### GENERALIDADES

La instalación de puesta a tierra estará diseñada de tal forma que no exista riesgo alguno para las personas durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.

Para la determinación de la resistividad del terreno se ha considerado suficiente un examen visual del mismo, por tratarse la instalación de tercera categoría y tener una corriente de

cortocircuito inferior a 16 KA (MIE-RAT 13). Para dicha resistividad, se ha establecido un valor de 150 ohmios x metro.

Se ha adoptado un sistema de tierras separadas formado por un sistema de puesta a tierra de protección y una puesta a tierra de servicio. Estos sistemas de puesta a tierra, se describen a continuación.

##### TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectará a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que pueden estarlo a causa de averías o circunstancias externas, tales como las masas de los elementos de MT las masas de los elementos de BT el apoyo metálico de sustentación, armadura metálica de la plataforma de operador, cuba del transformador.

Este sistema de puesta a tierra estará formada por un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado a una cota aproximada de 1 m y siguiendo el perímetro del apoyo. Se complementará con 4 picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro. Las picas se situarán alrededor de los cuatro ángulos del apoyo en forma rectangular de 4 x 4 m que formará el conductor desnudo.

##### TIERRA DE SERVICIO

Se conectará a tierra el neutro del transformador, los pararrayos de MT bornes de puesta a tierra del transformador de intensidad de BT y los bornes de tierra de los detectores de tensión.

Este sistema de puesta a tierra, estará formado por 2 picas de acero cobreado de 2m de longitud y 14 mm de diámetro, hincadas verticalmente en el terreno estando su parte superior a una cota aproximada de 1 m de la superficie. Estarán unidas mediante conductor de cobre de tipo 06/1 kv de 1 x 50 mm<sup>2</sup>.

La distancia mínima entre el sistema de puesta a tierra de protección y el de servicio, será de 6 metros,

#### 1.7.5. Características generales CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Se empleará un cuadro BT con una salida. De este cuadro, partirá la línea de baja tensión de distribución, que enlazarán, con el cuadro de contadores, también dispuesto en el apoyo.

El cuadro de baja tensión, estará formado por un armario de poliéster prensado reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 750x500x300 mm, y grado de protección IP 559 en montaje empotrado sobre tabiquería que servirá de antiescalo.

Dispondrá de una entrada y dos salidas. La entrada se realizará por debajo del cuadro, y las salidas por encima. Se prevé la utilización de una sola salida, que enlazarán directamente y en el mismo apoyo, con el armario de contadores.

Los bornes de entrada, serán bimetálicos de 150 mm<sup>2</sup> y los de salida, bimetálicos de 95 mm<sup>2</sup>

Dicho cuadro, contendrá las pletinas de cobre del embarrado de B.T: y los fusibles de calibre 80 A. Así como las bases cortafusibles. Estas últimas se sujetarán al armario mediante unos soportes de baquelita, llevando además separación del mismo material.

Motilla del Palancar, Septiembre de 2008  
**El Ingeniero Técnico Industrial**



**Antonio Soler García**  
Colegiado nº 118

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 1. LAMT LA-56

### CALCULO DE CONDUCTORES

Línea Aérea de Media Tensión de longitud **55 metros**, tipo LA-56. formada por 2 apoyos (C2000-12).

#### 1.0 Conductor

Los conductores que contempla este Proyecto Tipo son de aluminio-acero galvanizado y de aluminio-acero aluminizado de 54.6 mm<sup>2</sup> de sección, según norma UNE 21018, los cuales están recogidos en las normas NI 54.63.01 y NI 54.63.02 y cuyas características principales son:

Designación UNE	LA - 56	LARL - 56
Sección de aluminio, mm <sup>2</sup>	46,8	46,8
Sección total, mm <sup>2</sup>	54,6	54,6
Equivalencia en cobre, mm <sup>2</sup>	30	30
Composición	6 + 1	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm	3,15	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1640	1720
Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	7900	7500
Coefficiente de dilatación lineal, °C <sup>-1</sup>	0,0000191	0,0000193
Masa aproximada, kg/km	189,1	179,7
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km	0,6136	0,5808
Densidad de corriente, A/mm <sup>2</sup>	3,7	3,7

#### 1.1 Cálculo eléctrico

**1.1.1 Densidad máxima de corriente admisible.** La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla del art.22 del R.L.A.T.

Para los conductores LA-56 y LARL 56 del presente Proyecto Tipo, dicho valor es:

$$j = 3,7 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I_{\text{máx}} = j \times S = 202 \text{ A}$$

Los cálculos eléctricos entre los conductores LA-56 y LARL-56 son prácticamente iguales, por ello los referiremos al LA-56 que presenta una resistencia eléctrica ligeramente superior (5,6%) al del LARL-56.

**1.1.2 Reactancia aparente.** La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la

siguiente fórmula:

$$X = 2 \pi f L \text{ Ω/km}$$

y sustituyendo L coeficiente de autoinducción, por la expresión:

$$L = (0,5 + 4,605 \log D/r) \cdot 10^{-4} \text{ H/km.}$$

llegamos a :

$$X = 2 \pi f (0,5 + 4,605 \log D/r) \cdot 10^{-4} \text{ Ω/km.}$$

donde:

X = Reactancia aparente en ohmios por kilómetro

f = Frecuencia de la red en hercios = 50

D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros

r = Radio del conductor en milímetros

El valor D se determina a partir de las distancias entre conductores d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> y d<sub>3</sub> que proporcionan las crucetas elegidas, representadas en los planos.

$$D = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3}$$

Aplicando valores:

Separación entre Conductores, en m	D mm	X Ω/km.
1,50	1.890	0,3921
1,75	2.205	0,4018
2,00	2.520	0,4102

A efectos de simplificación y por ser valores muy próximos emplearemos el valor de:

$$X = 0,40 \text{ Ω/km.}$$

**1.1.3 Caída de tensión.** La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perdictancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \cdot L$$

donde:

$\Delta U$  = Caída de la tensión compuesta, expresada en V

I = Intensidad de la línea en A



X = Reactancia por fase en  $\Omega/\text{km}$ .  
R = Resistencia por fase en  $\Omega/\text{km}$ .  
 $\varphi$  = Angulo de desfase  
L = Longitud de la línea en kilómetros.

teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

donde:

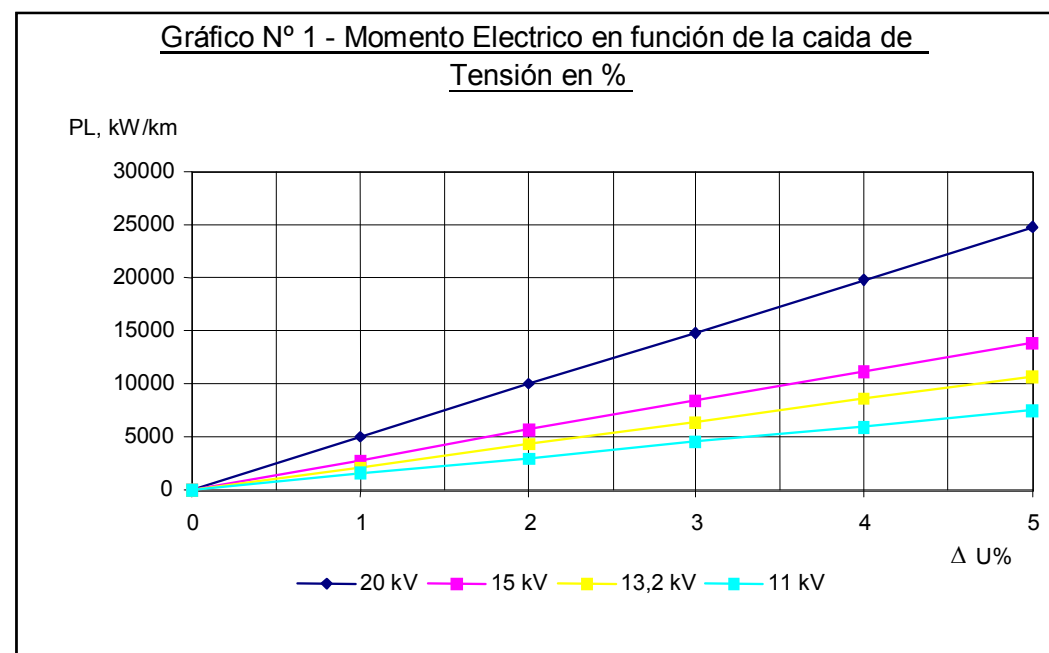
P = Potencia transportada en kilovatios.  
U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

la caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2 \cdot \cos \varphi} (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \tan \varphi) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} (R + X \cdot \tan \varphi)$$

En el gráfico nº1, se representa la caída de tensión, en función del momento eléctrico PL, para  $\cos \varphi = 0,9$  y tensiones nominales de 15 kV, cuyos valores de momento eléctrico en función de tensión nominal y caída de tensión del 5% son :

Un kV	DU %	PL kW.km
20	5	24.773
<b>15</b>	<b>5</b>	<b>13.935</b>
13,2	5	10.791
11	5	7.494



**1.1.4 Potencia a transportar.** La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \varphi$$

como:  $I_{\max} = 202 \text{ A}$

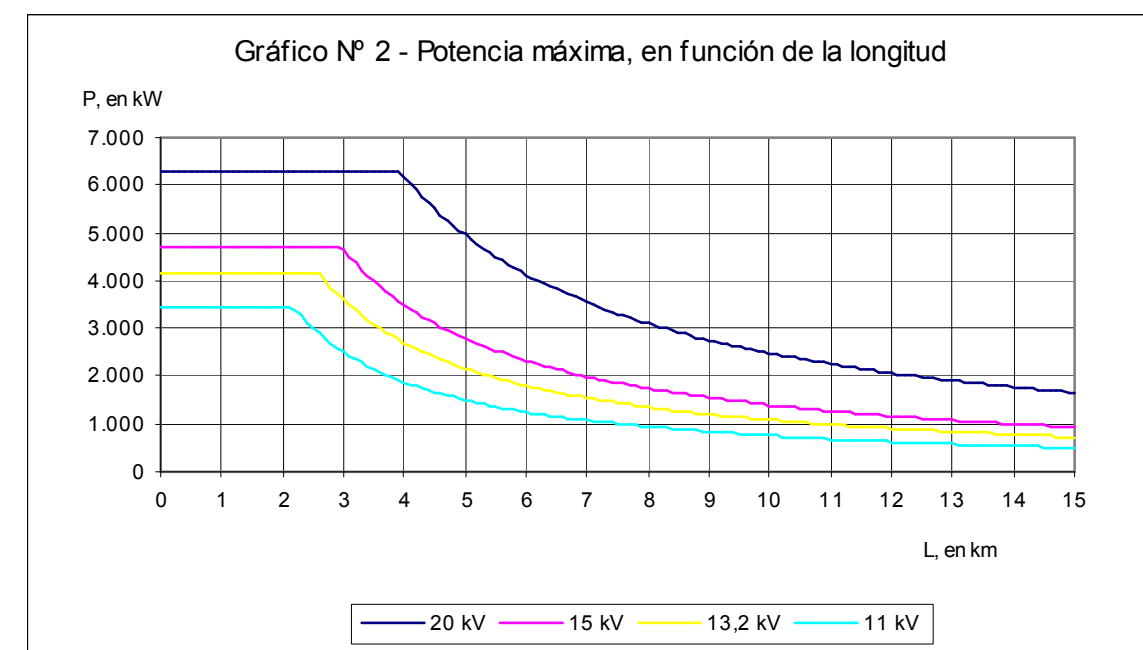
tendremos que para un factor de potencia del 0,90 la potencia máxima que puede transportar la línea en función de la tensión nominal será:

Un kV	Pmáx kW
20	6.298
<b>15</b>	<b>4.724</b>
13,2	4.157
11	3.464

La potencia que puede transportar la línea dependiendo de la longitud y de la caída de tensión, es:

$$P = \frac{10 \cdot U^2}{(R + X \cdot \tan \varphi) \cdot L} \Delta U\%$$

sustituyendo los valores conocidos de U, R y X, para un  $\cos \varphi = 0,90$ , en el gráfico núm.2 para  $\Delta U\% = 5$  se representa la potencia máxima a transportar P, en kW, en función de la longitud L, expresada en km.



**1.1.5 Pérdidas de potencia.** Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3R \cdot L \cdot I^2$$

donde:

$\Delta P$  = Pérdida de potencia en vatios

la pérdida de potencia en tanto por ciento es:

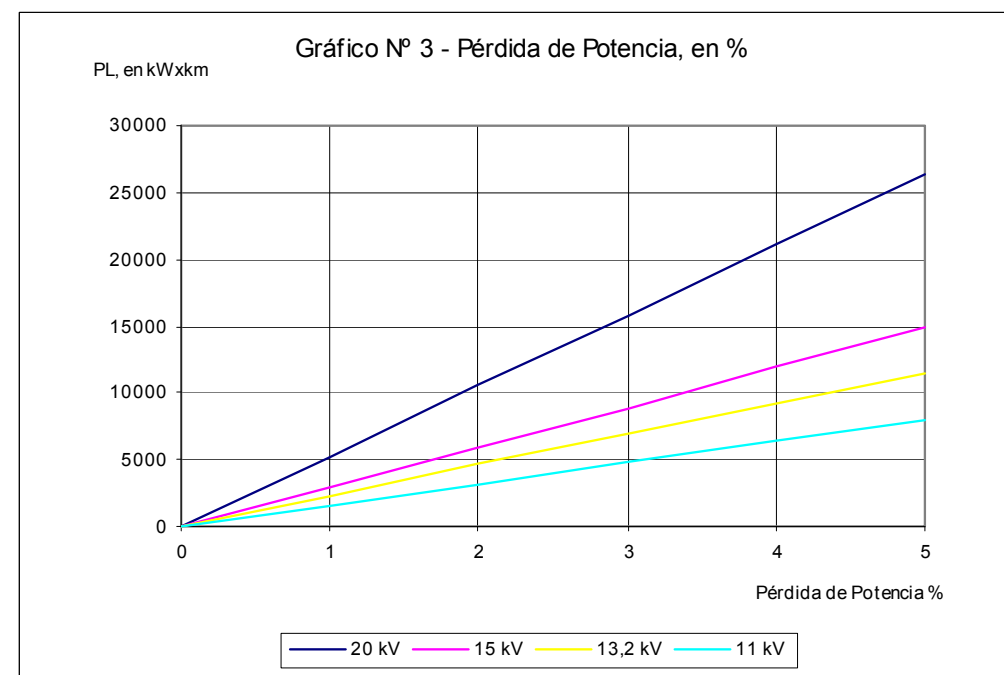
$$\Delta \Delta P \% = \frac{P.L.R}{10.U^2.Cos^2\varphi}$$

donde cada variable se expresa en las unidades anteriormente expuestas.

Sustituyendo los valores conocidos de R y U, se tiene para un  $\cos\varphi = 0,90$ :

U kV	$\Delta P$ %
20	0,0001894. PL
<b>15</b>	<b>0,0003367. PL</b>
13,2	0,0004348. PL
11	0,0006261. PL

Esta función se representa en el gráfico nº3



## 1.1.6 Herramienta para los cálculos eléctricos.

IMAGEN 1ª - Cálculos Eléctricos			
$I_{\text{máx}}$ =	202 A	$\square U$ =	0,25 V (apartado 7.1.3)
$P_{\text{máx}}$ =	4.724,00 kW	$\square U \%$ =	0,00 (apartado 7.1.3)
R =	0,6136 $\square$ /km	$\square P$ =	0,00 kW (apartado 7.1.5)
X =	0,40 $\square$ /km	$\square P \%$ =	0,00 (apartado 7.1.5)
U =	15 kV		
P =	5,20 kW		
L =	0,884 km		
Cos $\square\square\square 4$	0,9		
Tang $\square\square$ =	0,484		
I =	0,22 A		
Notas: Potencia adecuada			
La caída de tensión es inferior al 5 %			

## 1.2 Cálculo mecánico

Los cálculos mecánicos entre los conductores LA 56 y LARL 56, son prácticamente iguales, por ellos los referiremos al LA-56 que es el que tiene menor carga de rotura y mayor masa.

El cálculo mecánico de los conductores se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores.
- Que la tensión de trabajo de los conductores a 15 °C sin ninguna sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura EDS (tensión de cada día, Every Day Stress).
- Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

Al establecer la condición a) se puede prescindir de la consideración de la 4ª hipótesis en el cálculo de los apoyos de alineación y de ángulo, ya que en ningún caso las líneas que se proyecten deberán tener apoyos de anclaje distanciados a más de 3 km.

Al establecer la condición b) se tiene en cuenta el tense límite dinámico del conductor bajo el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo.

Las hipótesis de sobrecarga para el cálculo de la tensión máxima que debe considerarse, son las definidas por el R.L.A.T. en su art.27, apartado 1. Asimismo se calculan las flechas máximas en las hipótesis indicadas en el apartado 3 del mismo artículo.

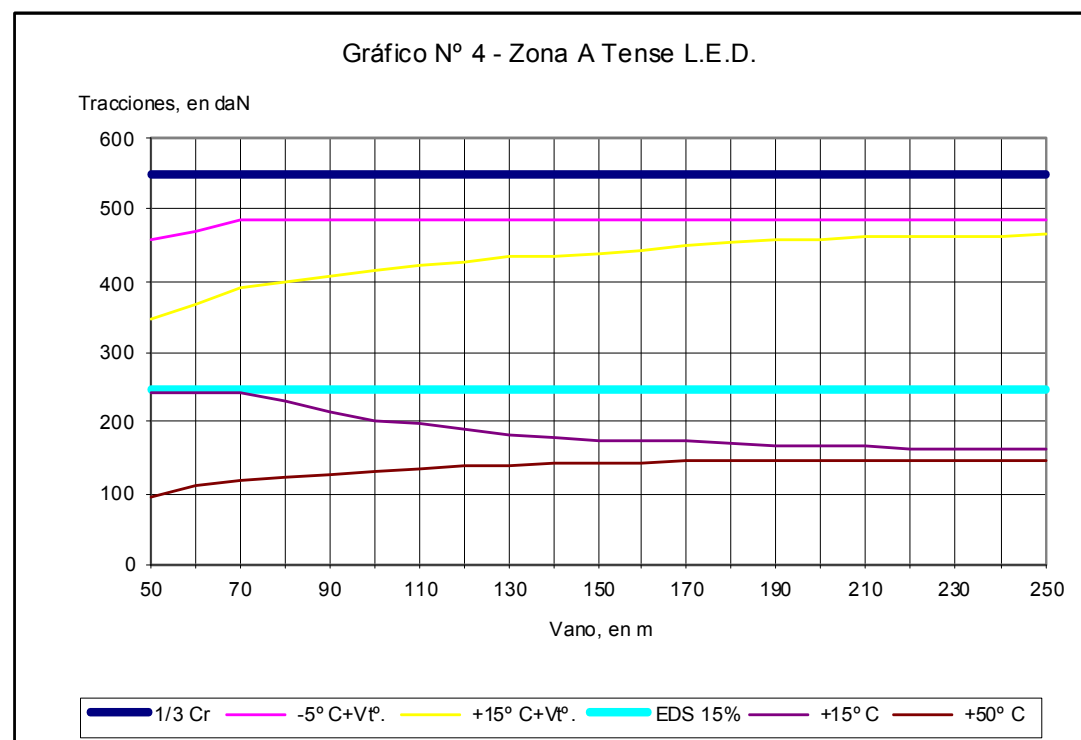
El siguiente cuadro resume estas hipótesis:

Condición	ZONA - A		ZONA - B		ZONA - C	
	Tempe-ratura	Sobrecarga	Tempe-ratura	Sobrecarga	Tempe-ratura	Sobrecarga
Máxima tensión	-5 °C	Viento de 60 kg/m²	-15 °C	Hielo 180√d g/m	-20 °C	Hielo 360√d g/m
Máxima Flecha			0 °C	Hielo 180√d g/m	0 °C	Hielo 360√d g/m
	15 °C	Viento de 60 kg/m²	15 °C	Viento de 60 kg/m²	15 °C	Viento de 60 kg/m²
	50 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna

**1.2.1 Tablas de tendido.** Se incluyen tablas de tendido, correspondientes a otros tantos estados de tendidos.

Tabla definida en el R.L.A.T. En ella se trata de aprovechar al máximo las características de resistencia mecánica en los conductores, teniendo en cuenta las dos condiciones indicadas en el apartado anterior.

En las zonas A (baja), la tensión mecánica viene limitada por la condición a), lo que puede comprobarse en el gráfico 4 .



En este caso por corresponder a tense reducido las condiciones expuestas en el apartado 1.2, se cumplen sobradamente.

En la tabla de tendido, en la primera columna se indican una serie de vanos reguladores; en las columnas siguientes, los coeficientes de seguridad resultantes y las tensiones máximas, según la

hipótesis de sobrecarga reglamentaria, en función de la zona (apartado 1, art.27 R.L.A.T.); en las siguientes, las flechas máximas y mínimas según las hipótesis fijadas para cada zona en el apartado 3 del art.27 del R.L.A.T.

**1.2.2 Determinación de la tracción de los conductores.** Para la obtención de los valores de las tablas indicadas hemos partido de la ecuación de cambio de condiciones, cuya expresión es:

$$L_0 - L_1 = \left[ \frac{T_0 - T_1}{ES} + \alpha(\theta_0 - \theta_1) \right]$$

Siendo :

$L_0$  = Longitud en m de conductor en un vano L, bajo unas condiciones iniciales de tracción  $T_0$ , peso más sobrecarga  $P_0$  y temperatura  $\theta_0$  °C

$L_1$  = Longitud en m de conductor en un vano L, bajo unas condiciones de tracción  $T_1$ , peso más sobrecarga  $P_1$  y temperatura  $\theta_1$  °C

E = Módulo de elasticidad del conductor en daN/ mm².

S = Sección del conductor en mm²

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal del conductor /°C

**1.2.3 Determinación de la flecha de los conductores.** Una vez determinado el valor de  $T_1$ , el valor de la flecha se obtiene por la expresión:

$$f_1 = a_1 \left[ ch \left( \frac{L}{2a_1} \right) - 1 \right]$$

siendo:  $a_1$  = Parámetro de la catenaria =  $\frac{T_1}{P_1}$

**1.2.4 Plantillas de replanteo.** Para el dibujo de la catenaria se empleará la expresión:

$$f = a \left( ch \frac{x}{a} - 1 \right)$$

siendo:

x = valor del semivano

**1.2.5 Vano de regulación.** El vano ideal de regulación limitado por dos apoyos con cadenas horizontales viene dado por:

$$L_r = \sqrt{\frac{\sum L^3}{\sum L}}$$

siendo:

$L_r$  = Vano de regulación ideal en metros

L = Longitud de cada uno de los vanos de la alineación de que se trate, en metros.

**1.2.5.1 Herramienta para el cálculo del vano de regulación.** En la IMAGEN 2ª, se facilita la obtención del vano de regulación.

**IMAGEN 3ª - VANO DE REGULACIÓN**

<u>Alineación</u>		Longitud Total, m =		55	
Vano	Longitud m	Vano	Longitud m	<u>VANO DE REGULACIÓN, m</u>	
1	15	26	0	3375	0
2	40	27	0	64000	0
3	0	28	0	0	0
4	0	29	0	0	0
5	0	30	0	0	0
6	0	31	0	0	0
7	0	32	0	0	0
8	0	33	0	0	0
9	0	34	0	0	0
10	0	35	0	0	0
11	0	36	0	0	0
12	0	37	0	0	0
13	0	38	0	0	0
14	0	39	0	0	0
15	0	40	0	0	0
16	0	41	0	0	0
17	0	42	0	0	0
18	0	43	0	0	0
19	0	44	0	0	0
20	0	45	0	0	0
21	0	46	0	0	0
22	0	47	0	0	0
23	0	48	0	0	0
24	0	49	0	0	0
25	0	50	0	0	0

- densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- Zonas de fuerte densidad de población o de industrias pero sometidas a lluvias limpias.
- Zonas expuestas al viento del mar, pero alejadas algunos kilómetros de la costa.

## 2.1 Nivel de aislamiento, para zonas de nivel de polución medio (II)

Si se emplean aisladores de vidrio de tipo caperuza y vástago según norma NI 48.10.01, se utilizarán, por cadena, dos aisladores del tipo U 70 BS y cuyas características son:

### Aislador tipo U 70 BS

- Material ..... Vidrio
- Carga de rotura..... 7.000 daN
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante ..... 255 mm
- Paso nominal ..... 127 mm
- Línea de fuga ..... 310 mm
- Diámetro del vástago ..... 16 mm

En cadenas con dos elementos, las características de la mismas son :

- Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto ... 72 kV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta ..... 190 kV

## 2.2 Formación de cadenas

### Nivel de polución medio (II)

## 3 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

De acuerdo con el R.L.A.T., las separaciones entre conductores, entre éstos y los apoyos, así como las distancias respecto al terreno y obstáculos a tener en cuenta en este proyecto, son las que se indican en los apartados siguientes.

### 3.1 Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el art.25, apartado 1 del R.L.A.T., la mínima distancia de los conductores en su posición de máxima flecha, a cualquier punto del terreno, es:

$$5,3 + \frac{U}{150} \text{ metros}$$

con un mínimo de 6 m.

## 2 NIVEL DE AISLAMIENTO Y FORMACIÓN DE CADENAS

Este capítulo da el nivel de aislamiento mínimo correspondiente a la tensión más elevada de la línea, 24 kV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores en el presente Proyecto.

El nivel de aislamiento, se determina en función de los niveles de contaminación de la zona en la que vaya a instalarse la línea, este nivel está definido en la CEI 815 y es:

### NIVEL II - Medio

- Zonas con industrias que no produzcan humos particularmente contaminantes y con una

### 3.2 Vanos máximos por separación entre conductores

De acuerdo con el art. 25, apartado 2 de R.L.A.T, la separación mínima entre conductores viene dada por la fórmula:

$$D = K\sqrt{F + L} + \frac{U}{150} \text{ metros}$$

en la cual:

- D = Separación entre conductores en metros
- K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla.
- F = Flecha máxima en metros
- L = Longitud en metros de la cadena de suspensión
- U = Tensión nominal de la línea en kV

La expresión de la flecha máxima, despejada de la fórmula anterior, es:

$$F = \left( \frac{D - U/150}{K} \right)^2 - L$$

tensión nominal, U = 20 kV

Para el conductor de este Proyecto Tipo, el coeficiente K = 0,60

A efecto del presente proyecto y dado que las longitudes indicadas son aproximadas tomaremos valores de L=500 mm, lo cual nos sitúa siempre por el lado de la seguridad, en lo que se refiere al vano máximo por separación de conductores.

De acuerdo con las características dimensionales de las crucetas a emplear en este Proyecto, las separaciones entre los puntos de sustentación de los conductores, son de 1,50 m, 1,75 m y 2 m respectivamente y por tanto aplicando valores en la expresión anterior la flecha máxima podrá ser de :

D, m	1,50	1,75	2,00
U, en kV	20,00	20,00	20,00
F máx., m	3,92	5,69	7,75

En cuanto a apoyos para puntos firmes, la distancia entre conductores que proporcionan las crucetas son de 1,50 y 2 m, en apoyos de ángulo, este valor es afectado por el valor del mismo, y la distancia entre conductores pasa a ser: : D' = D. Cos α/2, (siendo α, el valor del ángulo).

Dando valores a α, tendremos:

D m	α º	D' m	F máx m
	0	1,500	5,188
	10	1,494	5,145
	20	1,477	5,017

D m	α º	D' m	F máx m
	0	2,000	9,679
	10	1,992	9,600
	20	1,970	9,366

1,50	30	1,449	4,807
	40	1,410	4,524
	50	1,359	4,176
	60	1,299	3,775
	70	1,229	3,333
	80	1,149	2,866
	90	1,061	2,389

2,00	30	1,932	8,985
	40	1,879	8,469
	50	1,813	7,833
	60	1,732	7,100
	70	1,638	6,291
	80	1,532	5,435
	90	1,414	4,557

Conocido el valor de F<sub>máx.</sub>, T y P, para obtener el valor de L<sub>máx.</sub>, será igual a aquel que haga 0, la ecuación:

$$F_{\text{máx}} - \frac{T}{P} \times \left[ \text{Ch} \left( \frac{L_{\text{máx}} \times P}{2 \times T} \right) - 1 \right] = 0$$

Esta fórmula da lugar a familias de valores según sea el vano de regulación y, en los apoyos de ángulo según sea el valor de éste.

La aplicación de la fórmula puede resultar complicada por ello puede emplearse la expresión aproximada de:

$$L_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{8 \times T \times F_{\text{máx}}}{P}}$$

Siendo:

- L<sub>máx</sub> = Vano máximo posible (m)
- T = Tense correspondiente al vano de regulación en la condición de máxima flecha (daN).
- F<sub>máx</sub> = Las flechas máximas indicadas anteriormente (m)
- P = Peso del conductor con la sobrecarga correspondiente a la condición seleccionada para T(daN/m)

### 3.3 Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y el apoyo.

De acuerdo con el art.25, apartado 2 del R.L.A.T., esta distancia no será inferior a :

$$0,1 + \frac{U}{150} \text{ metros}$$

con un mínimo de 0,20 m.

## 4 UTILIZACIÓN DE APOYOS

### 4.1 Características resistentes y dimensiones.

**4.1.1 Apoyos para puntos firmes.** Para ángulos, anclajes y finales de línea se utilizarán apoyos de perfiles metálicos, los cuales se indican en el cuadro siguiente:



Apoyo Tipo	Valores especificados		Valores límite		Ecuación Resistente
	En (daN)	V (daN)	KA	H (daN)	
C- 500	500	600	3100	500	$V + 5.H = 3100$
C-1000	1000	600	5600	1000	$V + 5.H = 5600$
<b>C-2000</b>	<b>2000</b>	<b>600</b>	<b>10600</b>	<b>2000</b>	<b><math>V + 5.H = 10600</math></b>
C-3000	3000	800	15800	3000	$V + 5.H = 15800$
C-4500	4500	800	23300	4500	$V + 5.H = 23300$
C-7000	7000	1200	36200	7000	$V + 5.H = 36200$
C-9000	9000	1200	46200	9000	$V + 5.H = 46200$

Siendo:

V = Suma de cargas verticales que actúan sobre el apoyo, excepto cruceta y aislamiento, en daN.

H = Suma de cargas horizontales que actúan sobre el apoyo, excepto viento sobre cruceta, aislamiento, en daN.

**4.1.1.1. Apoyos de fin de línea. Hipótesis de cálculo.** Las cargas permanentes serán los pesos de todos los elementos y del conductor con la sobrecarga correspondiente.

#### Hipótesis 1ª - (viento)

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo en el sentido transversal a la línea será:

$$F_t = P_v \cdot n \cdot d \cdot L + P_v \text{Cru} + P_v \text{Aisl.} \quad (\text{daN})$$

Las cargas verticales permanentes que simultáneamente deberá soportar el apoyo serán:

- Peso de los conductores con sobrecarga de viento
- Esfuerzo vertical debido a desniveles
- Peso de los herrajes
- Peso del aislamiento

El peso de los conductores con la sobrecarga, es igual a:

$$P_{sv} = n \cdot L \cdot \sqrt{P_u^2 + P_v^2 d^2} \quad (\text{daN})$$

El esfuerzo vertical debido a desniveles será:

$$F_{dv} = n \cdot T_v \cdot N \quad (\text{daN})$$

El esfuerzo longitudinal (desequilibrio) equivalente al 100 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores en condiciones de viento reglamentario, cuyo valor es:

$$F_L = n \cdot T_m = 1590 \quad (\text{daN})$$

Valor inferior al esfuerzo nominal del apoyo mínimo previsto, que es de 2000 daN.

#### Hipótesis 2ª - (hielo).

Igual que la hipótesis anterior salvo que las tracciones a considerar serán las correspondientes a la hipótesis de hielo según la zona B.

#### Hipótesis 4ª - (rotura de conductores)

Se considerará en ésta hipótesis la rotura del conductor de la línea que produzca la sollicitación más desfavorable en las condiciones de tensión máxima.

Dicho conductor será el más alejado del eje del apoyo, y se comprobará que el mismo sea soportado por el apoyo al hacer su elección. El valor de esta sollicitación con cruceta de 1,5 m, será:

$$M_t = 1,5 \cdot T_m = 795 \quad (\text{daN.m})$$

Valor inferior al esfuerzo de torsión que admite el apoyo mínimo previsto, que es el C-1000, el cual admite un esfuerzo de torsión de 700 daN aplicados a 1,50 m. del eje del apoyos, equivalente a 1.050 daN.m

## 4.2 Crucetas

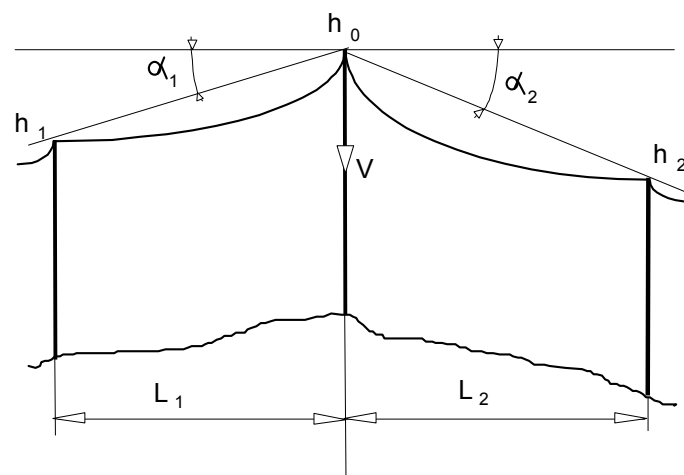
En apoyos de fin de línea preferentemente se emplearán crucetas rectas.

Las crucetas además de cumplir la misión de dar la separación adecuada a los conductores, deben soportar las cargas verticales que los mismos transmiten, cuyo valor es:

El valor de la carga vertical se determina por la expresión:

$$V = (n \cdot T) \cdot N \quad (\text{daN})$$

Siendo N; el valor del desnivel, el cual se calcula:



$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} = \text{Vano de viento}$$

$$N = \text{tg } \alpha_1 + \text{tg } \alpha_2 = \text{Desnivel}$$

en donde :

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{h_0 - h_1}{L_1}$$

$$\text{tg } \alpha_2 = \frac{h_0 - h_2}{L_2}$$

siendo:

$h_0$ ,  $h_1$ , y  $h_2$  las altitudes del punto de sujeción de los conductores en el apoyo problema, y los dos contiguos, sobre un plano de comparación.

En cuanto a la tensión mecánica de los conductores, los valores a tener en cuenta serán los de la tensión T, que según la hipótesis, será la de viento o la de hielo o la de desequilibrio de tracciones.

### 4.3 Cimentaciones.

En general, los apoyos metálicos deben disponer de un cimiento que asegure su estabilidad y fijación al terreno.

Para comprobar las cimentaciones se ha utilizado el método SULZBERGER ó método suizo adoptándose para el cimiento la forma prismática de sección cuadrada, prolongada hasta 20 cm por encima del suelo, con coeficiente de seguridad de 1.5.

La formula empleada para el calculo tiene la expresión:

$$Mf = (0.139xkxaxh^4) + (a^3xhx2.2(0.5 - \frac{2}{3}\sqrt{1.1x\frac{h}{a}\frac{1}{10k}})) \text{ (Tn x m)}$$

siendo:

a: Ancho de la cimentación, en m

h: profundidad de la cimentación en m

k: coeficiente de compresibilidad del terreno kg./cm x cm<sup>2</sup>

El valor de k corresponde a la profundidad de 2m y corresponde a terreno normal, es decir 12 kg./cm x cm<sup>2</sup>.

### 4.4 Tomas de tierra

Las puestas a tierra se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en los artículos 12.6 y 26 del RLAT y lo descrito en el MT 2.23.31

### 4.5 Herramientas para el cálculo de apoyos y crucetas

**4.5.1. Apoyos de anclaje.** En la imagen 5ª, se determina el cálculo de los esfuerzos según las diferentes hipótesis reglamentarias que deben soportar los apoyos; para ello operar como en el caso anterior:

Comprobaremos todos los apoyos uno por uno. Tomaremos como ejemplo el apoyo Nª 6, situado en Zona B, más desfavorable.

**Apoyo N° 2, será del tipo C2000-12**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1									
2	IMAGEN 5ª - Apoyos de ANCLAJE								
3									
4	Conductor:	LA-56	Diámetro, mm =	9,45	Peso daN/m	0,1855	P+Vrº, daN/m	0,586	
5	P+H (Zona -B), en daN/m	0,7283			P+H (Zona -C), en daN/m	1,27115			
6									
7	Situación (1 ◇ a Zona A; 2 ◇ a Zona B; 3 ◇ a Zona C)				2	0	Zona B	0	
8			Th, en daN=	530,00		Tv, en daN=	440,22		
9									
10	Tipo de apoyo ( 1 ◇ Apoyo de Hormigón HV; 2 ◇ Apoyo de chapa CH; 3 Apoyo de celosía C)								3
11									
12	Tipo de Armado (1Cruceta bóveda, 2 Cruceta recta, 3 Cruceta recta triángulo)							2	
13									
14	Nota:	Deberá indicarse el brazo de cruceta en m.				Brazo de cruceta, m		2,00	
15									
16	Nota:	En armados triángulo indicar: Altura libre del apoyo, m				Altura libre del apoyo, m		9,70	
17	Nota:	Id. Lo que baja la cruceta en m						0,00	
18									
19									
20				K =	1,000				
21	Apoyo en estudio con: ( 1 ◇ Seguridad Normal; 1,25 ◇ Seguridad Reforzada)							1,25	
22									
23	CALCULO APOYO								
24	3ª hipótesis				4ª hipótesis				
25	Esf. Desq., daN =			993,75	Rotura cond, daN.m =			####	
26									
27		HV		CHOC		CHRC		C	
28	Tipo	No selecc		No selecc		No selecc		C	
29	E. Nominal	No selecc		No selecc		No selecc		2000	
30									
31	El tipo de apoyo seleccionado "SI" es valido								
32									

4.5.2 **Apoyos de fin de línea.** En la imagen 6ª, se determina el cálculo de los esfuerzos según las diferentes hipótesis reglamentarias que deben soportar los apoyos; para ello operar como en los casos anteriores

**Apoyo Nº 2, será del tipo C2000-12**

	B	C	D	E	F	G	H	I
1								
2	<b>IMAGEN 6ª - Apoyos de FIN DE LINEA</b>							
3								
4	Conductor:	<b>LA-56</b>	Diámetro, mm =	<b>9,45</b>	Peso daN/m	<b>0,1855071</b>	P+Vtº, daN/m	<b>0,59</b>
5	P+H (Zona -B), en daN/m	<b>0,72832907</b>			P+H (Zona -C), en daN/m	<b>1,27115104</b>		
6								
7	Situación (1 < a Zona A; 2 < a Zona B; 3 < a Zona C)				<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Zona B</b>	<b>0</b>
8			Th, en daN=	<b>530,00</b>		Tv, en daN=	<b>440,22</b>	
9								
10	Vanos, en m			Desnivel				
11	Anterior L <sub>1</sub>	<b>40,00</b>		ho	<b>899,00</b>			
12	Medio, L	<b>20,00</b>		h1	<b>898,00</b>			
13				N	<b>0,025</b>			
14								
15	Tipo de apoyo ( 1 < Apoyo de Hormigón HV; 2 < Apoyo de chapa CH; 3 Apoyo de celosía C)							
16								<b>3</b>
17	Tipo de Armado (1 Cruceta bóveda, 2 Cruceta recta, 3 Cruceta recta triángulo)							
18								<b>2</b>
19	Nota:	Deberá indicarse el brazo de cruceta en m.				Brazo de cruceta, m		<b>2,00</b>
20								
21	Nota:	En armados triángulo indicar: Altura libre del apoyo, en				Altura libre del apoyo, m.		<b>9,70</b>
22	Nota:	Id. Lo que baja la cruceta en m						<b>1,00</b>
23					<b>K =</b>	<b>1,000</b>		
24								
25	Aislamiento;	Número de cadenas =		<b>3</b>	Cargas permanentes vert., en daN:			<b>157</b>
26		Nº de aisladores/cadena		<b>3</b>	Cargas horiz. (Viento crut. y aíslda.), daN			<b>19</b>
27								
28	Apoyo en estudio con: ( 1 < Seguridad Normal; 1,25 < Seguridad Reforzada)							
29								<b>1,25</b>
30								
31		<b>CALCULO APOYO</b>						
32		1ª hipótesis						
33		Esf. Horiz., daN =		<b>1716,278</b>		Esf. Vert., daN =		<b>251</b>
34		2ª hipótesis						
35		Esf. Horiz., daN =		<b>1987,5</b>		Esf. Vert., daN =		<b>300</b>
36		3ª hipótesis				4ª hipótesis		
37		Esf. Desq., daN =		<b>1987,5</b>		Rotura cond., daN.m =		<b>1060</b>
38		HV		CHOC		CHRC		C
39	Tipo	No selecc.		No selecc.		No selecc.		C
40	E. Nominal	No selecc.		No selecc.		No selecc.		2000
41								
42	<b>El tipo de apoyo seleccionado "SI" es valido</b>							
43								
44		Carga Vertical cruceta, en daN/fase =				<b>38,3</b>		

### 3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE

#### CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

##### INTENSIDAD DE ALTA Tensión.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I<sub>p</sub> viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.  
U = Tensión compuesta primaria en kV = 15 kV.  
I<sub>p</sub> = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I <sub>p</sub> (A)
50	2.89

siendo la intensidad total primaria de 2.89 Amperios.

##### INTENSIDAD DE BAJA Tensión.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I<sub>s</sub> viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.  
W<sub>fe</sub> = Pérdidas en el hierro.  
W<sub>cu</sub> = Pérdidas en los arrollamientos.  
U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.  
I<sub>s</sub> = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Is (A)
50	70.75

## CORTOCIRCUITOS.

### Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de corto-circuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

### Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

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

Siendo:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U$  = Tensión primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}$  = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

$U_s$  = Tensión secundaria en carga en voltios.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$  MVA.

$U = 15$  kV.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$I_{ccp} = 14.43$  kA.

### Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	$U_{cc}$ (%)	$I_{ccs}$ (kA)
50	4	3.61

Siendo:

-  $U_{cc}$ : Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

-  $I_{ccs}$ : Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

## SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

### \* ALTA TENSIÓN.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace

fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
50	10

\* BAJA TENSIÓN.

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

## CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

### Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 300  $\Omega$ m.

### Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 1 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 78.5 \text{ y } n = 0.18.$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \text{ } \Omega \text{ y } X_n = 25.4 \text{ } \Omega. \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Transformador sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d(\text{máx}) = \frac{U_{s\text{max}}}{\sqrt{3} * Z_n}$$

donde  $U_{s\text{max}} = 20000 \text{ V}$

con lo que el valor obtenido es  $I_d = 454.61 \text{ A}$ , valor que la Compañía redondea a 500 A.

### Diseño preliminar de la instalación de tierra.

#### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \text{ } \Omega/(\text{m}^2).$$

$$K_p = 0.012 \text{ V}/(\text{m}^2 \cdot \text{A}).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.



#### \* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \frac{\Omega}{(\Omega \cdot m)}.$$

$$K_p = 0.012 \frac{V}{(\Omega \cdot m \cdot A)}.$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ( $=37 \times 0,650$ ).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada.

#### Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

#### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \rho.$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{smax} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde  $U_{smax}=20000$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d \cdot R_t.$$

Siendo:

$$\rho = 300 \frac{\Omega \cdot m}{m}.$$

$$K_r = 0.073 \frac{\Omega}{(\Omega \cdot m)}.$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 21.9 \frac{\Omega}{m}$$

$$I_d = 344.3 A.$$

$$U_d = 7540.2 V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 8000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

#### \* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.073 \cdot 300 = 21.9 \frac{\Omega}{m}.$$

que vemos que es inferior a 37  $\Omega$ .

#### Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán

contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.012 \cdot 300 \cdot 344.3 = 1239.5 \text{ V.}$$

#### Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 21.9 \cdot 344.3 = 7540.2 \text{ V.}$$

#### Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 78.5$ .

$n = 0.18$ .

$t$  = Duración de la falta en segundos: 1 s

obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{p(\text{exterior})} = 10 \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 10 \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

$U_p$  = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 78.5$ .

$n = 0.18$ .

$t$  = Duración de la falta en segundos: 1 s

$\rho$  = Resistividad del terreno.

$h$  = Resistividad del hormigón = 3.000  $\Omega \cdot m$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 2198 \text{ V}$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 8556.5 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1239.5 \text{ V.} < U_{p(\text{exterior})} = 2198 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 7540.2 \text{ V.} < U_{p(\text{acceso})} = 8556.5 \text{ V.}$$

#### 2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un

estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{\min}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi}$$

con:

$$\sigma = 300 \text{ } \Omega \cdot \text{m.}$$

$$I_d = 344.3 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 16.44 \text{ M.}$$

#### 4. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LSBT

##### CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS B.T.

##### Descripción de las líneas

La instalación objeto del presente proyecto queda definida por las siguientes características.

##### Línea 1

- Tensión de distribución (V): 230/400
- Condiciones de Instalación: Subterránea.
- Potencia a Transportar (kw): **5,2 kw**
- Conductor tipo/sección: Aluminio RV 0.6/1 kv Unipolar **4 X 50 mm<sup>2</sup>**
- Origen: **C.T.I E.D.A.R CASTEJÓN**
- Final: **CGBT E.D.A.R**
- Longitud total (m): **15**
- Máxima caída de tensión (%): 5.5.

#### CÁLCULO ELÉCTRICO

##### Determinación de la sección

La distribución se realizará en sistema trifásico a las tensiones de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Para la elección de un cable deben tenerse en cuenta, en general, cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso.

Dichos factores son :

- Tensión de la red y su régimen de explotación
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista
- Intensidades y tiempo de cortocircuito.

Las características de los conductores en régimen permanente a título orientativo serán las siguientes :

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$		Intensidad en A	
		Cable RV	Cable Ceander	Cable RV	Cable Ceander
50	0,641	0,080	0,073	180	160
95	0,320	0,076	0,070	260	235
150	0,206	0,075	0,070	330	300
240	0,125	0,070	0,070	430	395

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de reducción, según lo especificados en la MI BT 007.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones :

- a) Intensidad máxima admisible por el cable
- b) Caída de tensión

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que **no deberá exceder del 5,5 %**. Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumado al de la línea ya existente hasta el tramo de derivación, no supere el 5,5 % para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

Para la elección entre los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, deberá realizarse un estudio técnico-económico desde el punto de vista de pérdidas, por si quedara justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.

a) La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado, de acuerdo con los valores de las intensidades máximas que figuran en las NI 56.31.21 y 56.30.30, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot U \cos \varphi}$$

a) La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula :

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

en donde:

W = Potencia en kW  
U = Tensión compuesta en kV  
 $\Delta U$  = Caída de tensión  
I = Intensidad en amperios  
L = Longitud de la línea en km.  
R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$   
X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$ .  
 $\cos \varphi$  = Factor de potencia

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico W.L., teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por :

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} (R + X \tan \varphi)$$

Donde  $\Delta U\%$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

En ambos apartados, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de  $\cos \varphi = 0,9$

### Protecciones de sobreintensidad

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo :

Cable	In (A)
XC6Z1 0,6/1 kV 3 x 50/16 <b>RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al</b>	125 <b>160</b>
XC6Z1 0,6/1 kV 3 x 95/30	200
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
XC6Z1 0,6/1 kV 3 x 150/50	250
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
XC6Z1 0,6/1 kV 3 x 240/80	315
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XC6Z1 0,6/1 kV 3 x 50/16 <b>RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al</b>	125	100	80			
XC6Z1 0,6/1 kV 3 x 95/30	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XC6Z1 0,6/1 kV 3 x 150/50	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	400	325	245	185	140	
XC6Z1 0,6/1 kV 3 x 240/80	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	535	400	305	230	170
	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro

### UNITILIZAREMOS FUSIBLES DE 80 A

**NOTA:** Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

### Potencia e Intensidad Demandada

El CTI E.D.A.R CASTEJÓN, dará suministro en BT por medio de UNA línea subterránea, hasta el cuadro de Baja Tensión.

**El programa de necesidades se establece así en:**

- **E.D.A.R CASTEJÓN 5,2 KW**

**5,2 KW**

Se considera un  $\cos \varphi$  de 0.8

## Resultados Obtenido

Las caídas de tensión total aparecen marcadas en las tablas en negrita, las cuales corresponden a la parte más desfavorable de las líneas, los finales de cada ramal

CABLES	L1
Tensión (V)	400
Potencia por caja (kW)	5,2
Potencia acumulada (kW)	5,2
In (A)	9,39
Longitud (m)	15,00
cos phi	0,80
Sección Fase (mm <sup>2</sup> )	50
Sección Neutro (mm <sup>2</sup> )	50
Aislante	RV 0,6/1kV
Material	Al
Temperatura	25
Unipolar / Multipolar	Uni
Tipo de Inst.	Enterrada
Número de fases	3
I adm (A)	160
cdt parcial (%)	0,017411
<b>cdt total (%)</b>	<b>0,017411</b>

**VÁLIDO**

## CONSIDERACIÓN FINAL.

La documentación e información aportada se considera suficiente para la correcta interpretación de la instalación.

No obstante, quedo dispuesto a cuantas preguntas sobre el presente proyecto se estimen oportunas.

Motilla del Palancar, Septiembre de 2008  
**El Ingeniero Técnico Industrial**



**Antonio Soler García**  
Colegiado nº 118

### 3. PLANOS



## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

#### 4. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

##### 4.1. OBJETO.

Este pliego de condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones para la distribución de energía cuyas características técnicas están especificadas en el proyecto.

##### 4.2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Este pliego de condiciones se aplicará a la construcción de un **LAMT, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTERMEDIA DE 50 Kvas, 1LSBT.**

##### 4.3. EMPRESA INSTALADORA, DISPOSICIONES GENERALES.

La empresa instaladora **A DETERMINAR.**

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones generales", siempre que no lo modifique el presente pliego de condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según orden del Ministerio de Hacienda de 28 de marzo de 1968, en el grupo, subgrupo y categoría correspondientes al proyecto y que se fijará en el pliego de condiciones particulares, en caso de que proceda.

##### 4.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente pliego de condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamentación general de contratación según Decreto 3410/75, de 25 de Noviembre.
- Pliego de condiciones generales para la contratación de obras públicas aprobado por Decreto 3854/70 de 31 de Diciembre.

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación.
- Reglamento sobre Líneas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 3151/68, de 28 de Noviembre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto)
- Reglamento de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación según O.M. del 23 de Febrero de 1949, con las modificaciones según Real Decreto 3275/1982, de 12 de Noviembre.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

(Ver apartado reglamentación capítulo Memoria)

##### 4.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el último párrafo del apartado 3.1. de este pliego de condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Así mismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, las reglas, útiles de limpieza, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes metálicos ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el director de obra suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son evitables.

El director de obra podrá exigir del contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El director de obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los

regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### **4.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.**

El contratista deberá tomar las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno y otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### **4.4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.**

El contratista ordenará los trabajos de la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos, y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del director de obra, al amparo de las siguientes condiciones:

##### **4.4.1. DATOS DE LA OBRA.**

Se entregará al contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del proyecto, así como cuantos planos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anejos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al director de obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al director de la obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del director de obra.

##### **4.4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.**

El director de obra, una vez que el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmada por el director de obra y por el representante del contratista.

Los gastos del replanteo serán a cargo del contratista.

##### **4.4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.**

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el director de obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

##### **4.4.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL.**

El director de obra de acuerdo con el contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

##### **4.4.5. ORGANIZACIÓN**

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el pliego de condiciones, la organización de la obra así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estarán a cargo del contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El contratista deberá, sin embargo, informar al director de obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste.

En las obras por administración, el contratista deberá dar por cuenta diaria al director de la obra de la admisión del personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del director de obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta inmediatamente.

#### 4.4.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto y las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y en el pliego particular si lo hubiera, y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de condiciones técnicas.

El contratista, salvo aprobación previa por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier tipo, tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto como en las condiciones técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el director de obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo en lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

#### 4.4.7. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se de conocimiento por escrito al director de obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de la obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

#### 4.4.8. PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, de lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el director de obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá la prórroga estrictamente necesaria.

#### 4.4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el contratante, requiriendo para ello la presencia del director de obra y del representante del contratista, levantándose el correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados si éste es el caso. Dicha acta será firmada por el director de obra y el representante del contratista dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el pliego de condiciones técnicas y en el proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el acta y se darán al contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del contratista. Si el contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### **4.4.10. PERÍODO DE GARANTÍA.**

El período de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante ese período, el contratista garantizará al contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la obra.

#### **4.4.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA.**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del director de obra y del representante del contratista, levantándose el Acta correspondiente por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el director de obra y el representante del contratista y ratificada por el contratante y el contratista.

#### **4.4.12. PAGO DE OBRAS.**

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al director de obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparaciones deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El director de la obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, modificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

#### **4.4.13. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.**

Cuando a juicio del director de obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el director de obra que lo reflejará en el Acta de Recepción de obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### **4.5. DISPOSICIÓN FINAL.**

La realización de este proyecto presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

#### **4.6. RECEPCIÓN DE OBRA.**

Durante la obra o una vez finalizada la misma el director de obra podrá verificar que los trabajos están de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.



El director de obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

### **Calidad de los materiales**

### **Obra civil**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

### **Aparamenta de Media Tensión**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

### **Transformadores de potencia**

En esta instalación no se emplean transformadores de potencia.

### **Equipos de medida**

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor-seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM o CGC de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

### **Normas de ejecución de las instalaciones**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.



### **Pruebas reglamentarias**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

### **Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

### **Certificados y documentación**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

### **Libro de órdenes**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **4.7.4 CALIDAD DE LOS MATERIALES DE ALTA TENSIÓN**

### **4.7.4.1 Obra Civil**

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones es una construcción prefabricada de hormigón.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado está construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre estos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

Todos los elementos metálicos del edificio, que están expuestos al aire, serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado, que en el caso de ser galvanizado en caliente, cumplirá con lo especificado en el R.U.-6618-A.

### **4.7.4.2 Aparatación de Alta Tensión**

Las celdas a emplear estarán compuestas por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Las cabinas prefabricadas están concebidas para instalaciones interiores. Su grado de protección según la Norma 20-324-89 será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. La posición del seccionador o de los seccionadores de puesta a tierra será visible a través de las mirillas correspondientes-

### **.Características constructivas de las celdas.**

Responden en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimiento de aparellaje. .
- b) Compartimiento del juego de barras.
- c) Compartimiento de conexión de cables.
- d) Compartimiento de mandos:
- e) Compartimiento de control.

y se describen a continuación.

a) Compartimiento de aparellaje.

Está limitado por la envolvente del interruptor y seccionador de puesta a tierra, que forma una pantalla entre los compartimentos de juego de barras y conexión de cables.

La envolvente estará llena de SF6 y sellada de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y ya no requiere ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación que es de 30 años.

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimiento de aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

El interruptor seccionador tendrá tres posiciones (abierto cerrado y puesto a tierra). Las maniobras de cierre y apertura del interruptor y cierre del seccionador de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, posee un poder de cierre en cortocircuito según especifican las normas.

El interruptor realiza las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimiento del juego de barras.

Se compone de tres barras aisladas de cobre de 400 A conexas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 m daN.

c) Compartimiento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

-Simplificadas para cables secos.

-Termoretráctiles para cables de papel impregnado.

La escasa profundidad de la cabina facilita la conexión de la fase del fondo. Las conexiones se realizan con una única herramienta.

d) Compartimiento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se pueden montar los accesorios clásicos:

-Motorizaciones.

-Bobinas de cierre y/o apertura.

-Contactos auxiliares.

Este compartimiento es accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimiento de control.

.En el caso de mandos motorizados, este compartimiento está equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimiento es accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

### **.Características eléctricas de las celdas.**

-Tensión asignada 24 kV.

-Nivel de aislamiento asignado:

A frecuencia industrial 50 Hz. 1 min. 50 kVef.

Impulso tipo rayo... 125 kV cr.

-Intensidad nominal ..... 400 A.

-Intensidad admisible de corta duración ...16 kA ef.

-Valor de cresta de la intensidad admisible.. .40 kAcr.

#### **Interruptores-seccionadores.**

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responden a las exigencias siguientes:

-Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta-

-Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.

-Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.

#### **Cortacircuitos-fusibles.**

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo Fusarc. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

#### **Puesta a tierra.**

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector.

#### **4.7.4.3 Transformador**

El transformador o transformadores a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

#### **4.7.4.4 Equipos de Medida**

No se prevé la instalación de ningún equipo de medida de la potencia y la energía para facturación

#### **4.7.5 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos oficiales.

#### **4.7.6 PRUEBAS REGLAMENTARIAS .**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE 6 recomendaciones UNESA conforme a las cuales está fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

-Resistencia de aislamiento de la instalación.

-Resistencia de Aislamiento y Rigidez de Aislamiento LSMT y LSBT.

-Resistencia del sistema de puesta a tierra.

-Tensiones de paso y de contacto.

#### **4.7.7 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO y SEGURIDAD**

##### **PREVENCIÓNES GENERALES.**

1)- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2)- Se pondrán en sitio visible del local, ya su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".

3)- En el interior del local no habrá más Objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

4)- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5)- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6)- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

..7)- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### PUESTA EN SERVICIO.

8)- Se conectar primero los seccionadores de alta ya continuación el *interruptor* de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectar el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja *tensión*.

9)- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocer detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### SEPARACION DE SERVICIO.

10)- Se proceder en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11 )- Sí el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12)- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bombas j de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuar con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte f de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de la energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de esta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.

13)- la limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

#### PREVENCIONES ESPECIALES.

14)-No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15)- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del liquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

#### 4.7.8 CERTIFICADOS y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismo públicos, la documentación siguiente:

-Solicitud.

-Proyecto.

-Protocolo de ensayos del transformador.

-Certificado de Tensiones de paso y contacto

-Certificado Fin de Obra.

-Contrato de mantenimiento.

#### 4.7.9 LIBROS DE ORDENES DEL C.T.

Se dispondrá en este centro de transformación del correspondiente libro de ordenes en el que hará constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

Motilla del Palancar, Septiembre de 2008  
**El Ingeniero Técnico Industrial**



**Antonio Soler García**  
Colegiado nº 118

## 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



## 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 5.1.- Objeto.

El objetivo de este estudio básico es el de conseguir unas condiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicables al Proyecto de la Instalación de una **LAMT, UN CTI 50 Kvas Y 1 LSBT** en el término municipal de **CASTEJÓN (CUENCA)**.

### 5.2.- Normativa Aplicable.

Para la realización de este estudio, se tendrá en consideración la siguiente Normativa:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Real Decreto del M.I. 3275/82 de Noviembre de 1982, B.O.E. 1/12/82).
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Real Decreto 3275/82. (Orden de 6 de Julio de 1984, B.O.E. del 1/8/84) (Orden de 18 de Octubre de 1984, B.O.E. del 25/10/84).
- Ley 54/97, el RD 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Orden de 13-03-2002, de la Consejería de Industria y Trabajo, por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto).
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Decreto 2413/73. (Orden Ministerial 31 de Octubre de 1973, B.O.E. 27, 28, 29 y 31/12/73).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (M.T. de 19 de Marzo de 1971).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 de 8 de noviembre, BOE nº 69 de 10-11-95).
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. ("BOE" 13-12-2003)
- Normas particulares de UNION FENOSA
- Normas UNE.
- Ordenanzas Municipales.

Otras Disposiciones Oficiales, Decretos, Órdenes Ministeriales, Resoluciones de la Dirección General de la Energía, etc., que modifican o puntualizan el contenido de los citados.

### 5.3.- Instalaciones.

El montaje de las instalaciones debe ser ayudado directamente por la albañilería que abrirá, sujetará tuberías, cerrará rozas, recibirá cuadros y equipos, etc.

### 5.4.- Riesgos comunes.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por el manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Quemaduras por mecheros, durante las operaciones de calentamiento de macarrón protector.
- Atrapamientos entre piezas pesadas.
- Explosión.
- Los inherentes a soldaduras.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Los inherentes al tipo de andamios o medio auxiliar a utilizar.

### 5.5.- Riesgos eléctricos detectables durante las pruebas de conexonado y puesta en servicio de las instalaciones.

- Electrocutión o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocutión o quemaduras por puente de los mecanismos de protección.
- Electrocutión o quemaduras por conexiones directas sin clavijas, macho-hembra.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

### Normas o medidas preventivas

- Habilitar un área del Taller para almacenaje de los materiales.
- Limpieza de la obra.
- Montaje de aparatos y equipos por personal especializado.
- Iluminación en los tajos, con un nivel medio no inferior a 100 lux., medidos a 2 m. del suelo.
- La iluminación con portátiles se efectuará utilizando portalámparas estancos, con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe en general, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caídas desde altura, durante los trabajos, si antes no se han instalados las protecciones de seguridad adecuadas.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas, estarán protegidas con material aislante normalizado contra contactos con la energía eléctrica.
- Las herramientas de los instaladores eléctricos, cuyo aislamiento esté deteriorado, serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado.
- Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro o caja de Compañía Suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciados a todo el personal de la obra, antes de ser iniciadas.
- Todas las carcasas metálicas de maquinaria y herramientas, alimentadas por corriente eléctrica, deberán unirse adecuadamente a la red de tierras. Se revisará periódicamente el estado de tierras.
- En cuadros y equipos eléctricos, se colocarán carteles de “ PELIGRO NO TOCAR ” para que no sean maniobrados por personal no especializado.

### 5.6.-Prendas de Protección Personal.

- Casco de polietileno.

- Botas aislantes ( electricistas).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Faja elástica de sujeción de cintura.
- Banqueta aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

### 5.7.- Normas o medidas preventivas previsibles, para otras instalaciones.

Además de las normas o medidas preventivas, relacionadas en la instalación eléctrica, enumeramos a continuación otras previsibles, derivadas del uso de: PISTOLA FIJA CLAVOS, TALADRO PORTATIL, SOLDADURA POR ARCO, PLATAFORMAS.

#### Pistola fija clavos.

- El personal dedicado al uso de pistola fija clavos, será conocedor del manejo correcto de la misma y dispondrá del correspondiente permiso de la Jefatura de Obra para dicha actividad.
- No disparar sobre superficies irregulares, ni disparos inclinados.
- Antes de dar un disparo, cerciorarse de que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara.
- Disparar siempre desde una posición estable e inmovilizadas.
- El acceso a un lugar en el que se están realizando disparos, estará acordonada y señalizada: “ PELIGRO, DISPAROS CON PISTOLA FIJA-CLAVOS. NO PASE ”.

#### Taladro portátil.

- Comprobar, el operario autorizado para el uso del taladro portátil, el buen estado de la carcasa de protección.
- Comprobar el estado del cable y clavija de conexión.
- Elegir siempre la broca adecuada para el material a taladrar.
- No realizar taladros inclinados a pulso.
- No intentar agrandar un orificio oscilando el ángulo de incidencia de la broca.
- No presionar el aparato excesivamente.

- No realizar el desmontaje de brocas, sujetando el mandril.
- Evitar posicionar el taladro en movimiento, en el suelo.
- Desconectar el taladro de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones para el cambio de broca.
- La conexión y suministro eléctrico a los taladros portátiles, se realizará con manguera antihumedad, a partir del cuadro de planta, dotado con clavijas macho-hembra estancas.
- Se prohíbe depositar en el suelo y conectado a la red eléctrica, el taladro.

#### **Soldadura por arco.**

- Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para la salud. Hay que protegerse con el yelmo de soldar o la pantalla de mano.
- No mirar directamente al arco voltaico.
- No picar el cordón de soldadura sin protección ocular.
- No tocar las piezas recientemente soldadas.
- Soldar siempre en un lugar ventilado.
- No dejar la pinza directamente en el suelo.
- No utilizar el grupo sin que lleve el protector de clemas.
- Comprobar la conexión a tierra del grupo.
- Desconectar el grupo de la red eléctrica, siempre que haya pausas.
- Comprobar, antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas.
- Elegir los electrodos adecuados para el cordón a ejecutar.
- Asegurarse que estén bien aisladas las pinzas y los bornes de conexión.
- Utilizar las prendas de protección personal recomendadas.
- En régimen de lluvias y con vientos superiores a 60 Km / h se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie.

#### **Torretas o andamios metálicos sobre ruedas.**

- Las plataformas de trabajo, tendrán un ancho mínimo de 60 cm. y se pueden formar con tableros de 5 cm. de espesor.
- En la base, a nivel de ruedas, se montarán dos barras de seguridad en diagonal para hacer el conjunto más estable e indeformable.

- Las plataformas se limitarán en todo su contorno con una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

#### **Prendas de protección personal.**

##### Pistola fija clavos.

- Casco de polietileno ( preferible con barbuquejo).
- Casco de polietileno con protectores auditivos incorporados ( oficial y ayudante).
- Casco de protección auditiva independiente.
- Ropa de trabajo.
- Traje impermeable.
- Guantes de cuero.
- Muñequera de cuero o manguitos.
- Mandil de cuero ( oficial).
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Mascarilla de seguridad anti-polvo, con filtro mecánico recambiable.

##### Taladro portátil.

- Casco de polietileno ( preferiblemente con barbuquejo).
- Ropa de trabajo.
- Calzado con suela antideslizante (trabajos de acabado).
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.

##### Soldadura por arco.

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Gafas de soldar.
- Pantalla de soldadura a mano.
- Mandil de cuero.
- Muñequeras de cuero que cubran los brazos.

##### Plataformas.

- Casco de polietileno, preferentemente con barbuquejo.
- Ropa de trabajo.
- Calzado antideslizante.

- Cinturón de seguridad.

Para el montaje, se utilizarán:

- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.

## LINEA AEREA DE MEDIA TENSIÓN

### 4.2.1. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto de Ejecución contempla la totalidad de las obras necesarias para la terminación de la Línea Aérea de Media Tensión, como son en líneas generales:

- Apertura de hoyos.
- Colocación de apoyos y hormigonado de los mismos.
- Tendido de los conductores.
- Montaje de aparatos de maniobra y protección.

### 4.2.2. AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El presente ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD es realizado por D Antonio Soler García, Ingeniero Técnico Industrial, siendo el redactor del Proyecto que se presenta: **LÍNEA DE ABASTECIMIENTO A ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE CASTEJÓN (CUENCA).**

### 4.2.3. PLAZO APROXIMADO DE EJECUCIÓN.

- Obra Civil: 1 día
- Montaje y ejecución: 4 días

### 4.2.4. PERSONAS PREVISTO.

- Obra Civil: 3 hombres
- Montaje y ejecución: 3 hombres
- Punta de ejecución: 6 hombres

Por lo cual, las instalaciones provisionales de obra han de estar previstas para una capacidad de 6 operarios.

## 4.3. GENERALIDADES SOBRE EL PLAN LABORAL.

### 4.3.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

#### 4.3.1.1. OBJETO.

La evaluación de riesgos es pieza básica de la prevención porque en función de sus resultados ha de diseñarse la planificación de la actividad preventiva.

La finalidad general de la evaluación de riesgos es la de dar cumplimiento al derecho que tienen los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Los objetivos principales de la evaluación son:

Eliminar o evitar los riesgos.

Reducir los riesgos cuando no sea posible su eliminación.

#### 4.3.1.2. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN.

Los riesgos asociados que conlleva la actividad de Construcción y Montaje Eléctrico son los siguientes:

Caídas a distinto nivel por trabajos en altura sobre escaleras y posibles andamios.

Atrapamiento por desprendimientos de tierra en excavaciones de zanjas.

Atropellos, vuelcos, golpes, choque, etc., debido a la circulación de camiones.

Proyección de materiales hacia la cara, ojos y otras partes del cuerpo, en excavaciones sobre terreno rocoso utilizando herramientas percutoras.

Caída de objetos pesados sobre personas, golpes en maniobra, etc., durante levantamiento de cargas de grúa.

En levantamiento y transporte de cargas manualmente, se pueden producir lesiones musculares, atrapamientos, cortes, etc.

Heridas y punzamientos en pies, manos y otras partes del cuerpo debido a la existencia de elementos punzantes y cortantes (ferralla, clavos, astillas, chapas, etc.).

Tropezos, caídas y torceduras debido a lo irregular del terreno y a los materiales esparcidos por éste.

Riesgo de Electrocución.

### 4.3.2. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

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

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

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

La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.

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

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo, almacenamiento y depósito de los distintos materiales,

La eliminación o evacuación diaria de residuos y escombros.

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



#### 4.3.3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

##### 4.3.3.1.1. Reconocimientos médicos

La Empresa Instaladora dispondrá de un Servicio Médico o Entidad Aseguradora para la atención de la medicina de la Empresa, la asistencia a los accidentados y demás funciones de su competencia.

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

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

##### 4.3.3.1.2. Botiquines

La Empresa Instaladora deberá disponer de un botiquín de obra, con la dotación necesaria para primeros auxilios y curas según define el Artículo 43 de la O.G.S.H., para instalaciones sanitarias. La situación, contenido, etc., podrá modificarse de ordenarlo así el servicio médico.

La dotación mínima del botiquín, se corresponderá con la siguiente relación:

Agua oxigenada  
Alcohol de 96°  
Tintura de yodo  
Mercurocromo  
Amoníaco  
Gasa estéril  
Algodón estéril  
Vendas  
Esparadrapo  
Torniquetes  
Guantes esterilizados  
Pinzas  
Tijeras

##### 4.3.3.1.3. Asistencia a accidentados

En caso necesario, se avisará con la mayor urgencia a una ambulancia para que proceda al traslado del accidentado.

Se informará a los trabajadores del nombre del Centro Asistencia al que acudir en caso de accidente.

#### 4.3.4. MEDIOS DE PROTECCIÓN.

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

a) Para la actividad de la Obra Civil se dispondrá del siguiente material:

##### 4.3.4.1.1. Protección personal

- Cascos
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Botas de agua ( si fueran necesarias)
- Guantes de trabajo

##### 4.3.4.1.2. Protección colectiva

- Señales de obligación e informativas Botiquín primeros auxilios
- Tablero o camilla evacuación de accidentados

b) Para la actividad de montaje Electromecánico se dispondrá del siguiente material:

##### 4.3.4.1.3. Protección personal

- Cascos
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Pantalla de protección facial
- Pantallas y gafas para soldadura
- Guantes de trabajo
- Cinturones anticaídas

##### 4.3.4.1.4. Protección colectiva

- Señales de obligación e informativas Herramienta aislada
- Pértigas
- Botiquín primeros auxilios
- Tablero o camilla evacuación de accidentados
- 

#### 4.3.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS.

##### 4.3.5.1. OBJETO.

Establecer un control directo sobre los riesgos generados en la actividad.

El objeto final de todo seguimiento y control de los trabajos es el siguiente:

- a) Comprobar que las medidas adoptadas son las correctas y se cumplen.
- b) Controlar periódicamente las condiciones de trabajo.
- c) Controlar periódicamente las condiciones de trabajo.

##### 4.3.5.2. INFORMACIÓN SOBRE ACCIDENTALIDAD.

Siempre que se produzca un accidente que requiera asistencia médica se confeccionará un parte de NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTE, cumplimentado por el Responsable de Seguridad según el modelo que se expone en el Anexo.

En caso de producirse un accidente grave, debe darse conocimiento del mismo a Red Eléctrica de España S.A., a la mayor brevedad.



#### 4.3.6. FORMACIÓN.

La Empresa Instaladora viene obligada a impartir una charla informativa sobre Seguridad en el Trabajo a todo el personal, tanto propio como contratado, antes de incorporarse al trabajo en la misma obra, explicando los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados. Asimismo, entregará una relación escueta de las Normas Básicas que es necesario cumplir.

#### 4.4. NORMATIVA RELACIONADA CON LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL APLICABLE A LAS OBRAS.

##### a) Generales

Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95, B.O.E. 10-11-95)

Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 39/97, B.O.E. 31-01-97)

Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud (R.D. 485/97, B.O.E. 23-04-97)

Modelo de notificación de accidentes de trabajo (Orden, B.O.E. 13-10-86)

Cuadro de enfermedades profesionales (R.D. 1975/78, B.O.E. 25-08-78)

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden, B.O.E. 16-03-71)

##### b) Equipos de protección individual (EPI)

Disposiciones mínimas de seguridad y salud de equipos de protección individual (transposición Directiva 89/656/CEE) (R.D. 773/97, B.O.E. 12-06-97)

Notas técnicas de prevención correspondientes.

##### c) Instalaciones y equipos de obra

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización de los equipos de trabajo (transposición Directiva 89/656/CEE) (R.D. 1215/97, B.O.E. 18-07-97)

ITC-BT-31,32,33,34, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto)

Notas técnicas de prevención correspondientes.

#### 5. MEMORIA DESCRIPTIVA.

##### 5.1. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA.

###### 5.1.1.1.1. Acopio

Los materiales y equipos a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos, tomando las medidas de seguridad que posteriormente se prescriben.

Se ubicarán en las proximidades de las zapatas establecidas en el replanteo inicial, es zona estable, y donde no interfiera en el desarrollo de los trabajos posteriores.

###### 5.1.1.1.2. Obra civil

Consiste en la realización de cimentaciones para las estructuras que soportan el cable de la línea, así como sus correspondientes aparatos de sujeción y maniobra. Realización de zanjas

para acometida subterránea .

###### 5.1.1.1.3. Montaje

En una 1ª fase se instalarán las estructuras que soportarán soportes reglamentarios y aparatos correspondientes, mediante realización de medios mecánicos y se procede a la conexión eléctrica los mismos en su fase final.

###### 5.1.1.1.4. Puesta en servicio

Realizadas las dos fases anteriores, se procede a conectar y darle servicio eléctrico a la línea en proyecto.

#### 5.2. SEGURIDAD EN EL EMPLEO DE MAQUINARIA DE OBRA.

##### 5.2.1. MAQUINARIA Y ÚTILES PREVISTOS PARA ESTA OBRA .

Retroexcavadora

Camión hormigonera

Camión con barquilla para trabajos en tensión

Camiones de transporte

Máquinas-herramientas

Máquinas auxiliares

##### 5.2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Antes de empezar cualquier trabajo, se precisa conocer las reglas y recomendaciones que aconseja el contratista de la obra. Así mismo deben seguirse las recomendaciones especiales que realice el Director de Obra.

El conductor deberá usar prendas de protección personal:

Botas de seguridad antideslizantes: el calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la obra (con barro, agua, aceite, grasas, etc.)

Ropa de trabajo: deben de ser cómodas. Eventualmente cuando las condiciones atmosféricas lo aconsejen y el puesto de ando carezca de cabina, el conductor deberá llevar ropa que le proteja de la lluvia.

Guantes el conductor deberá disponer de guantes adecuados para posibles emergencias de conservación durante el trabajo.

Protección de la vista así mismo, y cuando no exista cabina, el conductor deberá hacer uso de gafas de seguridad a fin de protegerse de la proyección de partículas en operaciones de excavación.

Toda prenda de protección personal estará homologada siempre que lo exija la normativa vigente.

### 5.2.3. RETROEXCAVADORA.

#### 5.2.3.1. NOTAS EN TORNO A LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN.

##### 5.2.3.1.1. Cabina antivuelco

Primordialmente debe proteger del atrapamiento al conductor en caso de vuelco. Por ello, y para evitar daños por golpes, debe ir complementada con la utilización de un cinturón de seguridad que mantenga al conductor fijo al asiento, al estilo de los instalados en los automóviles. Debería proteger también contra la caída o desplome de tierras y materiales. La cabina ideal es la que protege contra la inhalación de polvo producido incluso por el trabajo de la misma máquina y que se introduce frecuentemente en los ojos, contra la sordera producida por el ruido de la máquina y contra el estrés térmico o insolación en verano.

##### 5.2.3.1.2. Disposición de controles y mandos

Deberá comprobarse que son perfectamente accesibles, que están situados en la zona de máxima acción y que su movimiento se corresponde con los estereotipos usuales. Tanto el esfuerzo a realizar sobre volantes, palancas, etc., como sus posibles retrocesos, son aspectos que también conviene comprobar en cada máquina y tras cada reparación o reforma.

#### 5.2.3.2. NOTAS SOBRE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

##### 5.2.3.2.1. Casco protector de la cabeza

Habitualmente el puesto del conductor está protegido con cabina, pero es indispensable el uso del casco protector cuando se abandona la misma. El casco de seguridad será homologado. (MT-1).

##### 5.2.3.2.2. Botas de seguridad antideslizantes

El calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la obra (con barro, agua, etc.).

##### 5.2.3.2.3. Ropa de trabajo

No se deben utilizar ropas de trabajo sueltas que puedan ser atrapadas por elementos en movimiento. Eventualmente cuando las condiciones atmosféricas lo aconsejen y el puesto de mando carezca de cabina, el conductor deberá disponer de ropa que le proteja de la lluvia.

##### 5.2.3.2.4. Guantes

El conductor deberá disponer de guantes adecuados para posibles emergencias de conservación durante el trabajo.

### 5.2.4. CAMIÓN HORMIGONERA.

#### 5.2.4.1. RIESGOS DETECTADOS.

##### a) Riesgos directos:

##### 5.2.4.1.1. Durante la carga:

Riesgo de proyección de partículas de hormigón sobre cabeza y cuerpo del conductor al no ser recogidos por la tolva de carga.

##### 5.2.4.1.2. Durante el transporte:

Riesgo de golpes a terceros con la canaleta de salida al desplegarse por mala sujeción, rotura de la misma o simplemente por no haberla sujetado después de la descarga.

Caída de hormigón por la tolva al haberse llenado excesivamente.

##### 5.2.4.1.3. Durante la descarga:

Golpes en la cabeza al desplegar la canaleta.

Atrapamiento de dedos o manos en las articulaciones y uniones de la canaleta al desplegarla.

Golpes en los pies al transportar las canaletas auxiliares o al proceder a unir las a la canaleta de salida por no seguir normas de manutención.

Golpes a terceros situados en el radio de giro de la canaleta al no fijar esta y estar personas ajenas próximas a la operación de descarga de hormigón.

##### b) Riesgos indirectos:

##### 5.2.4.1.4. Generales:

Riesgo de vuelco durante el manejo normal del vehículo por causas debidas al factor humano (corto de vista y no ir provisto de gafas, ataques de nervios, de corazón, pérdida de conocimiento, tensión alterada, estar ebrio, falta de responsabilidad, lentitud en los reflejos), mecánicos (piezas mal ajustadas, rotura de frenos, desgaste en los neumáticos o mal hinchado de los mismos.)

Riesgo de incendio por un cortocircuito producido en la instalación eléctrica, combustible, etc., por un fallo técnico o humano.

Riesgo de deslizamiento del vehículo por estar resbaladiza la pista, llevar las cubiertas del vehículo en mal estado de funcionamiento, trabajos en terrenos pantanosos o en grandes pendientes.

Durante la descarga: golpes por el cubilote al bajar o al subir cargado con el mismo como consecuencia de un mal manejo del sistema de transporte utilizado.

Golpes por objetos caídos de lo alto de la obra.

Contacto de las manos y brazos con el hormigón.

Aplastamiento por el cubilote al desprenderse el mismo por un fallo en el sistema de transporte.

Caída de hormigón sobre los trabajadores situados debajo de la trayectoria de las canaletas de descarga.

Atrapamiento de manos entre el cubilote y la canaleta de salida cuando el cubilote baja vacío y el conductor lo coge para que en su bajada quede en posición correcta.

Atrapamiento de los pies entre la estructura de la base del cubilote y el suelo cuando este baja para ser cargado.

##### 5.2.4.1.5. Durante el mantenimiento:

De la hormigonera: riesgo de caída de altura desde lo alto de la escalera de acceso a la tolva de carga durante los trabajos de inspección y limpieza.

Riesgo de caída de altura desde lo alto de la cuba como consecuencia de subir a inspeccionar o a efectuar trabajos de pintura, etc.

Riesgos de stress acústico en trabajos en el interior de la cuba con martillo neumático utilizado para romper el hormigón fraguado debido a una avería en la hormigonera.

Riesgo de resbalones y caídas durante las operaciones de engrase a causa de los aceites y grasa acumulados en el suelo.

Heridas y rasguños en los bordes agudos del vehículo.

Inhalación de aceites vaporizados o atomizados que se utilizan para la lubricación de muelles.

Lesiones en manos y cabeza por las pistolas a alta presión.

#### 5.2.4.1.6. Del camión:

Riesgo de atrapamiento entre el chasis y la caja del camión en su posición levantada durante las operaciones de reparación, engrase o revisión, efectuadas por el conductor del camión.

Riesgo de golpes, torceduras y heridas varias derivadas del mal uso de herramientas utilizadas en la reparación de los vehículos.

#### 5.2.4.2. NORMAS DE SEGURIDAD.

##### a) Sobre el agente material

#### 5.2.4.2.1. Hormigonera:

La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herido golpear a los operarios. Los elementos de la hormigonera tales como canaletas de salida, escaleras, guardabarros, etc., deberá pintarse con pintura anticorrosiva para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios. No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc.

#### 5.2.4.2.2. Camión:

Deben poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.

Los dispositivos para subir o bajar deben de ser antideslizantes.

Las cabinas deben disponer de sistemas de ventilación y calefacción.

#### 5.2.4.2.3. Equipo de emergencia:

Los camiones deben llevar los siguientes equipos:

Un botiquín de primeros auxilios.

Un extintor de incendios

Herramientas esenciales para reparaciones en carretera

Lámparas de repuesto

Luces intermitentes

Reflectores

Etc.

##### b) Sobre el método de trabajo

Cuando se descarga sobre cubilote transportado por grúa el camionero y el operario que ayuda a cargar se separarán de la zona de bajada del cubilote estando siempre pendiente de las evoluciones del mismo.

Se debe poner especial cuidado con la posición de los pies cuando baja el cubilote para evitar que este les atrape contra el suelo.

Una vez cargado el cubilote y separada la canaleta se deben alejar ambos operarios para evitar un balanceo imprevisto de la carga les golpee.

#### 5.2.4.3. PROTECCIONES PERSONALES.

El conductor del camión deberá ir provisto para la descarga del hormigón de guantes clase A tipo 2, B.O.E. nº 158 de 4 de Julio de 1977, de ropa de trabajo ajustada, casco homologado según Norma Técnica reglamentaria MT-1, B.O.E. nº 312 de 30 Diciembre de 1974.

La utilización del casco se limitará al momento en que el camionero salga de la cabina para efectuar la operación de descarga.

Así mismo, se le dotará de calzado adecuado para conducir con ligereza y seguridad.

#### 5.2.5. CAMIONES DE TRANSPORTE.

#### 5.2.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Choques con elementos fijos de la obra.

Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

#### 5.2.5.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD.

La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

Al realizar las entradas o salidas, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.

Respetará todas las normas del código de la circulación.

Respetará en todo momento la señalización de la obra.

Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

#### 5.2.5.3. PROTECCIONES PERSONALES.

El conductor del vehículo, cumplirá las siguientes normas:

Usar casco homologado, siempre que baje del camión. Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.

Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

#### 5.2.5.4. PROTECCIONES COLECTIVAS.

No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éste maniobras.

### 5.2.6. MÁQUINAS-HERRAMIENTAS MANUALES.

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, lijadora, disco radial, máquinas de cortar terrazo y azulejo, rozadora y otras de similar condición.

#### 5.2.6.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Descargas eléctricas.  
Proyección de partículas.  
Caídas en altura.  
Ambiente ruidoso.  
Generación de polvo.  
Explosiones e incendios. Cortes en extremidades.

#### 5.2.6.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD.

Todas las herramientas eléctricas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.  
El personal que utilice estas herramientas tiene que conocer las instrucciones de uso.  
Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.  
Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo.  
Dentro de los espacios destinados a almacén se colocarán las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.  
La desconexión de las herramientas no se hará con el tirón brusco.  
No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, las conexiones se harán desde la herramienta hacia el enchufe y nunca a la inversa.  
Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

### 5.2.7. MEDIOS AUXILIARES.

#### 5.2.7.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES.

##### 5.2.7.1.1. Redes de protección

Rasgado por roce o incisiones producidas por piezas.  
Caídas en el montaje y desmontajes.

##### 5.2.7.1.2. Andamios de borriquetas

Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar entablonado horizontal adecuado.

##### 5.2.7.1.3. Escaleras de mano

Caídas a niveles inferiores debidas a la mala colocación de las mismas, por rotura de alguno de los peldaños, o por deslizamiento de la base debido a su excesiva inclinación o estar el suelo mojado.  
Golpes por manejo incorrecto.

#### 5.2.7.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD.

##### 5.2.7.2.1. Generales para todos los tipos de andamios

No se depositarán pesos violentamente sobre los andamios.  
No se acumulará demasiada carga ni demasiadas personas en un mismo punto.  
Las andamiadas estarán libres de obstáculos y no se realizarán movimientos violentos sobre ellas.

##### 5.2.7.2.2. Andamios de borriquetas o caballetes

En las longitudes de más de 3 m. se emplearán tres caballetes.  
Tendrán barandilla o rodapié cuando los trabajos se efectúen a una altura superior a 2 m.  
Nunca se apoyará la plataforma de trabajo en otros elementos que no sean los propios caballetes o borriquetas.

##### 5.2.7.2.3. Escaleras de mano

Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.  
Estarán fuera de las zonas de paso.  
Los largueros serán de una sola pieza con los peldaños ensamblados.  
El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en las patas elementos que impidan el desplazamiento.  
El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos. Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.  
Se prohíbe manejar en las espaldas pesos superiores a 25 Kg.  
Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las manos.  
Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenal o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.  
La inclinación de las escaleras será aproximadamente 75° lo que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

### 5.3. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

#### 5.3.1. GENERALIDADES.

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadoras o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos



profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del contratista, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social convenientes en la forma legalmente establecidas. También podrá exigir al contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros. Igualmente el cese de la obra no por parte de los implicados en la realización de las instalaciones no se cumplen de acuerdo a sus especificaciones, y de acorde con lo expuesto en el proyecto.

El contratista deberá tomar las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de tipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno y otro pudieran incurrir para con el Contratista para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### 5.3.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Los riesgos principales en este tipo de trabajos vienen provocados por el tráfico de vehículos y maquinaria pesada. Lo que puede ocasionar atropellos, golpes, etc.

Han de establecerse vías de circulación libres de obstáculos, señalizando las zonas peligrosas.

Sólo el personal autorizado será el encargado del manejo de máquinas y vehículos.

Se prohíbe el desplazamiento de personas en el interior de la cuchara, o en otras partes de las máquinas no pensadas para ello.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria.

Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha, o en condiciones de inestabilidad.

Todas las máquinas deberán tener un extintor que haya pasado las revisiones correspondientes.

### 5.3.3. TRABAJOS DE EXCAVACIÓN DE ZANJAS.

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.

Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 metros del borde. La aproximación mínima de vehículos ligeros será de 3 metros y la de vehículos pesados de 5 metros.

### 5.3.4. CIMENTACIONES.

Los camiones hormigoneras no se deberán aproximar a menos de 2 metros del borde de la zanja como norma general.

Se esmerará el orden y la limpieza, apilando y retirando los materiales sobrantes.

### 5.3.5. MANEJO DE CARGAS.

El manejo y transporte de cargas manualmente puede provocar lesiones musculares, especialmente en la espalda, así como atrapamientos de miembros, cortes, etc. Por lo tanto se deberá observar una serie de normas básicas.

Postura y aprehensión correcta.

Mantener la espalda recta y realizar el mayor esfuerzo con la flexión-extensión de las piernas.

Uso de vestimenta y protección correcta guantes, botas, etc.

El levantamiento de cargas con grúa, entre otros, riesgos por caída de elementos pesados, atrapamientos o golpes, como consecuencia de fallos en la grúa o en los elementos de sujeción.

Por lo tanto se deberán cumplir las siguientes normas:

Estudio previo de la maniobra a realizar, ubicación y desplazamientos de la máquina teniendo en cuenta, especialmente, las distancias de seguridad a elementos en tensión.

Se revisarán los elementos de sujeción que se vayan a utilizar: eslingas, estrobos, ganchos, grilletes, etc., comprobando su estado y que su carga de trabajo está indicada y es adecuada para la maniobra a realizar.

La carga ha de amarrarse de forma que mantenga una posición estable, y todas las eslingas trabajen por igual.

El Director de obra hará un seguimiento detallado de la maniobra, el izado se realizará lentamente y no se permitirá el paso o permanencia de personas bajo la zona de elevación de la carga, salvo en el momento de la recepción.

En Caso de tormentas o vientos fuertes (del orden de 60 Km/h), se interrumpirán los trabajos con la grúa.

Nunca se abandonará la grúa con los motores en marcha, o cuando exista una carga suspendida.

### 5.3.6. TRABAJOS CON ELEMENTOS DE ALTURA EN PRESENCIA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS.

#### 5.3.6.1. MÉTODOS DE TRABAJO Y MEDIDAS DE INFORMACIÓN.

Preventivamente se considera que la realización de trabajos con elementos de altura en presencia de Líneas Eléctricas Aéreas exige siempre un análisis previo de la situación que debe reflejarse en un Proyecto Técnico de Seguridad.

Cuando la medida preventiva a adoptar conlleve una actuación sobre la línea eléctrica o en su proximidad inmediata (descargo, aislamiento, traslado, conversión en subterránea e instalación de



resguardos próximos) deberá gestionarse toda actuación con la Compañía, propietaria de la misma, quien probablemente se encargará de llevarla a cabo o dará instrucciones pertinentes en su realización. En todo caso se le consultará para conocer la tensión de la línea y la altura de los conductores sobre el terreno.

Esta medida consiste en que el Jefe del Trabajo supervisará y dirigirá las operaciones que se realicen con elementos de altura de forma permanente, ocupándose de que sean mantenidas las distancias necesarias para no invadir la zona de prohibición de la línea, que previamente habrá sido delimitada y señalizada. Se considera que esta medida es preventivamente suficiente sólo en trabajos que tengan una duración ocasional y se realicen a distancias medias o remotas de la línea.

En cualquier caso el Jefe del Trabajo estará al corriente de las medidas de seguridad adoptadas, velará periódicamente por su buen estado y por el correcto desarrollo del trabajo.

La señalización se realizará mediante

Cintas o banderolas de color rojo

Señales de peligro o indicadores de altura máxima

Alumbrado de señalización para trabajos nocturnos

Esta medida deberá adoptarse obligatoriamente cuando:

El trabajo se realice con supervisión permanente del Jefe de Trabajo y no exista ninguna medida de prevención que evite el riesgo de contacto (trabajos ocasionales). En este caso se delimitará como mínimo la zona de prohibición de la línea.

El trabajo se realice sin supervisión permanente del Jefe de Trabajo y no exista ninguna medida de prevención que evite el riesgo de contacto (trabajos ocasionales o temporales con elementos de altura movidos a mano). En este caso se delimitará la zona de seguridad del elemento sobre el terreno.

La medida tendrá un carácter complementario cuando hayan sido adoptadas medidas de prevención que eviten la posibilidad de contacto. En este caso podrán señalizarse si se estima conveniente:

La zona de prohibición de la línea.

Las líneas eléctricas aisladas.

Las vallas, terraplenes, resguardos, etc.

La zona de seguridad del elemento sobre el terreno cuando se hayan instalado dispositivos de seguridad.

Etc.

También deberán señalizarse y balizarse los cruzamientos próximos de los accesos con líneas eléctricas aéreas, en los casos que se transite regularmente por ellos (movimientos de tierra, escombros, áridos, etc.)

En cualquier caso se informará a todas las personas implicadas en el trabajo acerca de:

El riesgo existente por la presencia de la línea eléctrica.

El modo de proceder en caso de accidente

Esta información se extremará en las personas que manejan los elementos de altura o las cargas que transportan, debiendo conocer además la zona de prohibición de la línea y la zona de alcance del elemento de altura.

#### 5.3.6.1.1. Vehículos con cesta

Este conjunto está formado por un vehículo con una pluma o brazo mecánico articulado, al cual le acopla una cesta en su extremo para elevar personas y materiales.

Deberá estar diseñado pensando en que se van a elevar personas, por lo que deberá contar con los sistemas apropiados que eviten giros o basculamientos que puedan provocar daños.

Desde la posición de accionamiento de los mandos, el operador tendrá buena visibilidad de la cesta durante su movimiento.

Las cargas a soportar por la cesta se ajustarán en todo momento a lo indicado por el fabricante.

#### 5.3.6.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN.

##### a) Descargo de la línea

La realización de esta medida correrá a cargo de la Cía. propietaria de la línea y consistirá en dejar la línea fuera de servicio con todos sus conductores en cortocircuito y puestos a tierra.

El Jefe de Trabajo (de la obra) exigirá antes de iniciar el trabajo que:

Hayan sido colocados equipos de puesta a tierra y cortocircuito en los conductores de la línea de forma visible desde el lugar del trabajo.

Se le entregue una confirmación escrita de que tal medida se ha llevado a cabo y de que no será retirada sin su conocimiento.

##### b) Retirada de la línea o conversión en subterránea

La adopción de esta medida siempre estará condicionada a la aprobación de la Cía. propietaria de la línea quien bajo el acuerdo que se establezca deberá encargarse de su realización.

##### c) Aislar los conductores de la línea

Podrán sustituirse los conductores desnudos por conductores aislados en el tramo afectado.

La adopción de cualquier medida estará condicionada a la autorización de la Cía., propietaria de la línea, quien además se encargará de llevarla a cabo.

Esta medida no implica que los elementos de altura puedan establecer contacto con los conductores aislados puesto que podrían dañar el aislamiento o derribar la línea por impacto. Únicamente permite que se invada la zona de prohibición de la línea y contactos accidentales cuando se trata de elementos de altura movidos a mano.

##### d) Instalar dispositivos de seguridad

Podrá reducirse la zona de alcance del elemento de altura instalando dispositivos de seguridad que limite el recorrido de sus partes móviles. Estos dispositivos suelen ser eléctricos,

mecánicos o hidráulicos.

Por lo general esta medida sólo será aplicable a aquellos elementos de altura que operen inmovilizados sobre el terreno.

e) Instalación de resguardos en torno a la línea

Esta medida consiste en instalar resguardos resistentes en torno a la línea de forma que impidan la invasión de su zona de prohibición por partes del elemento de altura o las cargas que transporta.

Para su instalación deberá tenerse en cuenta, la aprobación de la Cía, propietaria de la línea.

### 5.3.7. CABLEADO Y MONTAJE DE CUADROS.

El Director de Obra, efectuará un análisis previo y un seguimiento del trabajo de cableado para establecer en cada momento las medidas de seguridad necesarias, básicamente las cinco reglas de oro.

El primer paso, tras la colocación de un cuadro o armario metálico, será su conexión tierra.

### 5.3.8. TRABAJOS DE PRUEBAS, MANTENIMIENTO Y PUESTA EN SERVICIO.

Sólo se restablecerá el servicio de una instalación eléctrica de Alta Tensión, para trabajar en la misma, cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando en ella.

En cuanto a instalaciones de puesta en servicio, pruebas y mantenimiento se debe considerar:

Se procurará la existencia de corte visible, bloqueo de dispositivos de corte y señalización de prohibido maniobrar. A continuación, se verificará ausencia de tensión y si se estima necesario, se pondrá a tierra la instalación.

En lugares donde se trabaje en tensión o en proximidad de elementos con tensión, se utilizará el material de seguridad necesario: alfombrilla o banqueta aislante, guantes aislantes, herramienta aislante, pantalla antiproyecciones, etc.

Las operaciones de puesta en servicio de las instalaciones, una vez terminado el trabajo, se harán en el siguiente orden:

a) En el lugar de trabajo:

Se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, y el Jefe de Trabajo, después del último reconocimiento, dará aviso de que el mismo ha concluido.

b) En el origen de la alimentación:

Una vez recibida la comunicación de que ha terminado el trabajo, se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra.

## 5.4. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.

### 5.4.1. PRESCRIPCIONES GENERALES.

Una instalación de Baja Tensión, o en su proximidad, en la que deban efectuarse trabajo, no podrá considerarse sin tensión, si no se ha verificado su ausencia de tensión.

Las instalaciones de Baja Tensión, en tensión, son siempre peligrosas, especialmente cuando se encuentran en condiciones de aislamiento desfavorable.

El Jefe de Trabajos, que deberá conocer las condiciones de seguridad necesarias para realizar el trabajo en tensión propuesto, determinará, en el propio lugar de trabajo, si en función de las medidas de seguridad previstas, puede realizarse el trabajo en tensión.

### 5.4.2. TRABAJOS EN LAS CANALIZACIONES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS.

Una canalización eléctrica subterránea, en la que deban efectuarse trabajos, no podrá ser considerada sin tensión si no se han cumplido todas las etapas de la consignación o descargo y se ha verificado la ausencia de tensión.

#### 5.4.2.1.1. Consideraciones:

Antes de efectuar el corte en un cable subterráneo de Baja Tensión, se comprobará la falta de tensión en el mismo y a continuación se pondrán en cortocircuito y a tierra los terminales más próximos.

Para interrumpir la continuidad del circuito de una red a tierra en servicio, se colocará previamente un puente conductor a tierra en el lugar de corte y la persona que realice este trabajo estará perfectamente aislada.

12. En la apertura de zanjas o excavaciones para reparación de cables subterráneos, se colocarán previamente barreras u obstáculos, así como la señalización que corresponda.

En previsión de atmósfera peligrosa cuando no puedan ventilarse desde el exterior o en caso de incendio en la instalación subterránea, el operario que deba entrar en ella, llevará una máscara protectora y cinturón de seguridad o salvavidas, que sujetará por el otro extremo un compañero de trabajo desde el exterior.

En las redes generales de tierras de las instalaciones eléctricas, se suspenderá el trabajo al probar las líneas y en caso de tormenta.

#### 5.4.2.1.2. Verificación de la ausencia de tensión y puesta a tierra y en cortocircuito

En las canalizaciones de Baja Tensión se procederá a la puesta en cortocircuito, esta puesta en cortocircuito se complementa con la puesta a tierra. Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida, en los puntos de corte de la instalación en consignación o descargo, o en puntos lo más próximos posible a éstos.

Estas operaciones se efectuarán de la siguiente forma:

Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los que deben colocarse la puesta en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.

Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviera en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.

Inmediatamente después de verificada la ausencia de tensión, se procederá a la puesta en cortocircuito para las canalizaciones de Baja Tensión. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.

Para colocar los dispositivos de puesta en cortocircuito, se utilizarán guantes aislantes, banqueta o alfombra aislante, gafas y casco. Se recomienda el uso de pantalla facial.

#### 5.4.2.1.3. Localización e identificación del cable

Esta operación, particularmente importante, debe ser efectuada en el lugar de trabajo, con la ayuda de los planos de posición, de las señales y etiquetas de los cables, de las características de los mismos, de los aparatos y procedimientos de identificación, así como de todos los datos complementarios, tales como estudio de los cables próximo, su colocación, etc.

Para la utilización de la pértiga sierracables o del picacables, es obligatorio la puesta en cortocircuito de dichos elementos y la utilización de guantes aislantes para Baja Tensión, alfombra aislantes y gafas de protección ocular contra el arco. Es conveniente el apantallamiento del sierracables o picacables.

Si es preciso efectuar nuevos cortes en un cable, en otros lugares distintos al que se identificó y comprobó la ausencia de tensión, y no se ha podido seguir en toda su longitud, deberá efectuarse lo indicado en los dos párrafos anteriores.

Efectuada dicha identificación, se procederá a marcar o señalizar de forma visible el cable en que deba trabajarse.

#### 5.4.2.1.4. Trabajos en la proximidad de canalizaciones eléctricas subterráneas

En la apertura de zanjas para canalizaciones, se solicitará la consignación o descargo de los cables con los que se pudiera entrar en contacto.

Cualquier manipulación o desplazamiento del cable se realizará:

Solicitando descargo

Utilizando los elementos aislantes adecuados al nivel de tensión existente

Durante el trabajo será obligatorio el uso de los medios de protección adecuados.

El Jefe de Trabajo adoptará las siguientes medidas preventivas:

Notificará al personal de proximidad de los conductores en tensión y le comunicará las medidas preventivas a adoptar durante la realización del trabajo.

Señalará, mediante cintas, pintura, banderolas, etc., el recorrido de los cables subterráneos que presentan riesgo.

Designará, mientras se mantengan las condiciones peligrosas, un vigilante que controle el cumplimiento de lo indicado y prevenga los riesgos que, por distracción o descuido, pudieran presentarse. Así mismo, cuando una misma zanja esté ocupada por varios cables y deba trabajarse en uno de ellos, es conveniente aislar los restantes mediante las oportunas pantallas aislantes.

### 5.4.3. TRABAJOS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.

#### 5.4.3.1. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todo personal que realice trabajos en tensión en Baja Tensión, debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso, y debe disponer y hacer correcto uso del equipo establecido a tal fin.

#### 5.4.3.1.1. Consideraciones

a) Antes de iniciar cualquier trabajo en Baja Tensión se procederá a identificar el conductor o instalación en donde se tiene que efectuar el mismo. Toda instalación será considerada bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto. Además del equipo de protección personal (casco, gafas, calzado, etc.), se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado entre los siguientes:

Guantes aislantes

Banquetas o alfombras aislantes Vainas o caperuzas aislantes

Comprobadores o discriminadores de tensión

Herramientas aislantes

Material de señalización (discos, barreras, banderines, etc.)

Lámparas portátiles

Transformadores de seguridad

Transformadores de separación de circuitos

b) En los trabajos que se efectúen sin tensión:

Será aislada la parte en que se vaya a trabajar de cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.

Será bloqueada en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento citados, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.

Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación ( fases, ambos extremos de los fusibles, etc.)

No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existe peligro alguno.

3) Cuando, se realicen trabajos en instalaciones eléctricas en tensión, el personal encargado de realizarlos estará adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y en el empleo del material de seguridad, equipo y herramientas mencionando en el epígrafe 1) de este apartado.

#### 5.4.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

Antes de iniciar todo trabajo, se realizará las operaciones siguientes:

a) Apertura de los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que debe trabajarse. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendido en neutro.

b) Bloquear, si es posible, y en posición de apertura, los aparatos de corte. En cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de prohibición de maniobrarlo.

c) Verificación de la ausencia de tensión, se efectuará en cada uno de los conductores, incluido el neutro.

d) Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente, cuando haya posibilidad de error en la identificación de la misma.



e) Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión, perteneciente a instalaciones de Baja Tensión y no sea posible dejarlas sin tensión, se adoptarán las medidas de protección siguientes:

Delimitar las zonas de trabajo, señalizándola adecuadamente.

Aislar las partes conductoras desnudas bajo tensión, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, fundas, capuchones, telas aislantes. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe actuarse como en un trabajo en tensión.

## 5.5. SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS NO ELECTRICOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES EN TENSION.

### 5.5.1. PRESCRIPCIONES GENERALES.

Las precauciones que debe adoptar el Jefe de Trabajos, dependerá de la distancia que separe el lugar de trabajo de las partes en tensión, de las características de la obra, de los elementos utilizados y de los objetos manipulados.

Cuando deba efectuarse un trabajo en la proximidad inmediata de conductores, de líneas, se observarán las medidas de prevención indicadas en los apartados 2.4. o 2.5 según se trate de instalaciones de Alta Tensión o de Baja Tensión respectivamente.

### 5.5.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Si un aparato de elevación, manutención o excavación, es utilizado o desplazado en la proximidad de instalaciones en tensión, deben tomarse especiales precauciones para que este aparato no pueda, especialmente debido a los desniveles del terreno, entrar en contacto con dichas instalaciones.

La zona por la que evolucione el aparato debe estar delimitada teniendo en cuenta sus dimensiones, el espacio necesario para la maniobra y la posibilidad de rotura de los cables de tracción que, en tal caso, pueden entrar en contacto con las instalaciones con tensión.

Cuando tengan que hacerse trabajos de excavación, apertura de zanjas o derribo, en la proximidad de canalizaciones eléctricas subterráneas en las que no se ha retirado la tensión, deben tomarse precauciones especiales. Estas precauciones tienen como finalidad el evitar que las máquinas y herramientas dañen dichas canalizaciones.

Aquel personal no facultado para trabajar en instalaciones eléctricas, por no ser especialista electricista o por desconocimiento de las instalaciones eléctricas, cuando utilice herramientas, aparatos o equipos, en proximidad de partes conductoras desnudas o insuficientemente protegidas y que están normalmente en tensión, no pueden trabajar a una distancia inferior a 3 metros, en instalaciones hasta 66000 voltios.

## 5.6. PROTECCIÓN PERSONAL FRENTE A RIESGOS ELECTRICOS.

### 5.6.1. PRESCRIPCIONES GENERALES.

La protección eléctrica, se puede entender como la técnica que debe emplearse para impedir que la corriente que atraviesa el cuerpo humano alcance valores que sean perjudiciales para él.

Para realizar con seguridad las maniobras de corte o reposición del servicio, deberá hacerse uso de una serie de equipos y prendas de protección personal.

Para todas aquellas prendas en que exista Norma de Homologación (banquetas, guantes, cascos) se hará uso de equipos precisamente homologados.

Las prendas deben contar con una inscripción indeleble en la que conste en efecto tal homologación.

En el futuro es posible encontrarse con equipos en los que no conste la homologación, sin embargo deberán ir dotados de la marca de conformidad a normas EN (Normas Europeas), o sea, marca CE.

Independientemente del control antes de su empleo, es necesario que el material de seguridad sea objeto de revisiones periódicas por personas competentes, completamente al corriente de las condiciones que deben satisfacer. Se llevará un registro de estas revisiones.

Estos materiales deben de cumplimentar toda la reglamentación interna que exista sobre su constitución y empleo.

A continuación se resumen de las diferentes prendas y algunos aspectos que deben tenerse en cuenta en su elección, derivados de las Normas de Homologación.

### 5.6.2. Consideraciones en el empleo del material de seguridad.

#### 5.6.2.1.1. CASCO DE SEGURIDAD

Los cascos de seguridad, por el uso que a veces se hace de los mismos, han de poseer características dieléctricas.

De hecho, y con objeto de aumentar sus prestaciones, los cascos de seguridad no metálicos de uso normal, clase N, tienen propiedades dieléctricas en Baja Tensión.

También existen cascos de seguridad no metálicos con características dieléctricas en Alta Tensión (Clase E-AT).

La utilización del casco de seguridad aislante es obligatorio para toda persona con riesgos en el curso de su trabajo, bien sea de electrificación o de sufrir heridas por caídas de un nivel superior y por caídas de objetos; esto es especialmente aplicable en el caso de las personas que realizan trabajos y maniobras en las instalaciones eléctricas aéreas o en trabajos en estructuras.

#### 5.6.2.1.2. GUANTES AISLANTES

El uso de guantes aislantes es necesario en aquellos trabajos en que existan riesgos eléctricos y el operario deba usar las manos para su ejecución, pudiendo utilizarse, de acuerdo con las prestaciones de los mismos (baja tensión o alta tensión), tanto en contacto directo o como protección auxiliar.

#### 5.6.2.1.3. Condiciones de uso:

Adaptarse a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

Ser verificados frecuentemente, y antes de utilizarlos hay que asegurarse de que están en buen estado y no presentan huellas de roturas, ni desgarros, ni agujeros, por pequeños que sean. Todo guante que presente un defecto debe ser retirado.

Ser conservados en cajas o bolsas de protección y no estar en contacto con objetos cortantes o punzantes.

En Alta Tensión no deben utilizarse directamente sobre las partes en tensión.

Guardar al abrigo de la luz y de la humedad.

Antes de ser utilizados, efectuar un ensayo neumático de estanqueidad.

#### 5.6.2.1.4. Características

Homologado por Norma Técnica reglamentaria MT-4	Clase	Tensión de perforación (KV)	Tensión nominal de la instalación (KV)	
			Uso directo	Uso de pértiga
	IV	35	-----	$U \leq 20$

#### 5.6.2.1.5. BANQUETA AISLANTE Y ALFOMBRA AISLANTE

Las banquetas aislantes tienen como misión específica aislar al usuario de la misma, cuando se coloca sobre su superficie.

#### 5.6.2.1.6. Condiciones de uso:

Antes de la utilización, es necesario asegurarse que las patas de la banqueta están sobre una superficie despejada, limpias y en buen estado. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puestas a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la banqueta o de la alfombra y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En ciertas instalaciones donde existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencia debe estar señalizada.

Para su utilización se situará lejos de las partes del entorno que estén puestas a tierra (paredes, resguardos metálicos, etc.). El operario evitará asimismo contactos con dicha parte.

#### 5.6.2.1.7. Características:

Tipo A: Banqueta de interior	Clase	Tensión de perforación (KV)	Tensión nominal de la instalación (KV)
Tipo B: Banqueta de exterior			
Homologación por Norma Técnica reglamentaria MT-6	I	50	$U \leq 20$

#### 5.6.2.1.8. PANTALLAS FACIALES

Las características dieléctricas han de tenerse en cuenta al seleccionar el equipo de protección personal adecuado para trabajos que requieren el uso de pantallas faciales y en ellos existan riesgos eléctricos.

#### 5.6.2.1.9. VERIFICADORES DE AUSENCIA DE TENSIÓN

#### 5.6.2.1.10. Condiciones de uso:

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funciones normalmente.

Para la utilización de estos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta aislante o de la alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

El detector de tensión sólo debe usarse dentro del campo de tensiones indicado en su placa de características.

Para su uso, deben acoplarse a pértigas aislantes apropiadas a la tensión y el operario deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banquetas aislantes.

Siempre se comprobará su funcionamiento ANTES y DESPUES de su utilización.

#### 5.6.2.1.11. PÉRTIGAS AISLANTES DE MANIOBRA

#### 5.6.2.1.12. Tipos:

Pértigas de interior

Pértigas de exterior

#### 5.6.2.1.13. Principales usos:

Comprobación ausencia de tensión

Maniobra de seccionamiento

Colocación y retirada de los equipos de puesta a tierra

Limpieza de equipos

Extracción y colocación de fusibles, etc.

#### 5.6.2.1.14. Condiciones de uso:

Para su uso el operario deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banqueta aislante apropiados a la tensión nominal.

Durante su utilización no deberá rebasarse la indicación de posición límite de las manos.

Debe verificarse que exteriormente no presente defectos, suciedad ni humedad.

Limpieza de la parte aislante con silicona.

Deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que vana a ser utilizadas.

Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia. Si la pértiga lleva un aislador debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.



#### 5.6.2.1.15. CINTURÓN DE SEGURIDAD

##### 5.6.2.1.16. Condiciones de uso:

Un cinturón de seguridad debe llevar todos los accesorios necesarios para la ejecución del trabajo, tales como cuerda de sujeción y, si procede, amortiguador de caídas. Estos accesorios deben ser verificados antes de su uso, al igual que el cinturón, revisando particularmente el reborde de los agujeros previstos para el paso del hebijón de la hebilla.

Se comprobará que los ensamblajes son sólidos, que no están rotos los hilos de las costuras, que los remaches, si los hay, no están en mal estado, que las hebillas y anillos no están deformados y no presentan síntomas de rotura.

Los cinturones deben ser mantenidos en perfecto estado de limpieza.

Deben ser utilizados únicamente den trabajos que no precisen desplazamientos apreciables, sin posibilidad de caída libre, o en los que éstos se limiten a desplazamientos horizontales, verticales y oblicuos, del usuario, en el que pueden utilizarse sistemas auxiliares de anclaje móvil.

Trabajos en los que es posible fijar el cinturón abrazando el elementos de amarre a un poste, estructura, etc., tales como trabajos sobre líneas eléctricas aéreas, montaje de estructuras, etc.

Cumplen con la Norma Reglamentaria MT-13, Homologados por el Ministerio de Trabajo como cinturones clase A, tipo 2.

Clase	Definición	Variantes	
		Tipo	Elementos integrantes
<b>A</b> <b>MT-13</b> <b>B.O.E. 02-09-77</b>	<b>Cinturón de sujeción</b> Cinturón utilizados para sostener al usuario a un punto de anclaje, anulando la posibilidad de caída libre. Está constituido al menos por una faja y uno o mas elementos de amarre.	2	Cinturón de sujeción provisto de dos zonas de conexión.

##### 5.6.2.1.17. LINEA DE VIDA

- Cable que une el arnés de seguridad con un punto fijo por encima del equipo suspendido de acceso.

- Sistema de seguridad compuesto por un cable o rail que va fijado a la estructura de la escalera y un dispositivo llamado antiácidas que se desliza libremente por el cable o rail pero que se bloquea en el momento de la caída.

- Pueden ser Verticales (nuestro caso) Horizontales, y a la vez de carácter temporal.

#### 5.6.2.1.18. CHAQUETA IGNÍFUGA

##### 5.6.2.1.19. Condiciones de uso:

Estará confeccionada de cuero curtido u otro material de características ignífugas similares y carecerá de elementos metálicos.

Estos equipos deberán usarse en maniobras con riesgo de formación de arcos eléctricos: maniobras en seccionadores o interruptores con contactos al aire, colocación de equipos de puesta a tierra, etc.

#### 5.6.2.1.20. DISPOSITIVOS TEMPORALES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO

La puesta a tierra y en cortocircuito o la puesta en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que se debe efectuar un trabajo, debe hacerse mediante un dispositivo especial.

Las operaciones se deben realizar en el orden siguiente:

1) Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.

2) En primer lugar, conectar el cable de tierra del dispositivo:

sea en la tierra existente en las masas de las instalaciones o en los soportes.

sea en una pica metálica hundida en el suelo (al clavar la pica en el suelo, elegir el sitio apropiado para que la tierra sea lo mejor posible, terreno húmedo, no rocoso, etc.).

3) Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si está enrollado sobre un torno , para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

4) Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. Para la fijación de las pinzas, el operador debe mantenerse apartado de los conductores de tierra, y de los demás conductores.

Para quitar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en el orden inverso.

Motilla del Palancar, Septiembre de 2008  
**El Ingeniero Técnico Industrial**

  
**Antonio Soler García**  
Colegiado nº 118

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - ZONA B (Altitud de 500 a 1000 m)

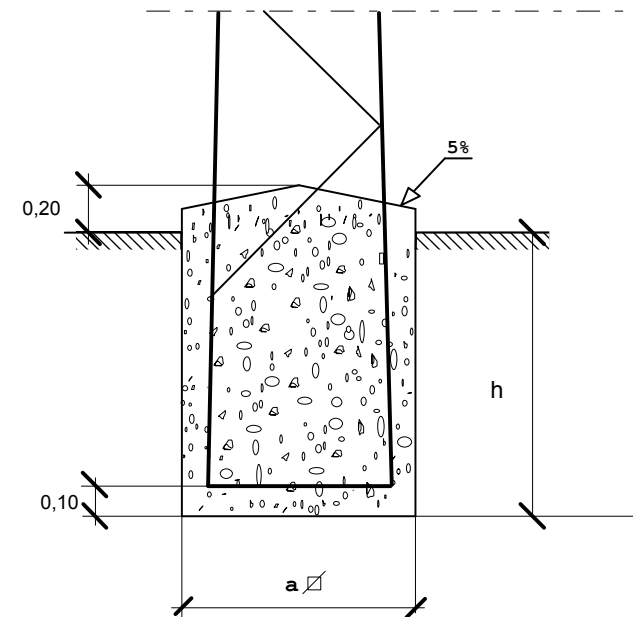
**CONDUCTOR LA-56 - TENSE LÍMITE ESTÁTICO DINÁMICO**

T	=	Tensión en daN	Masa, en kg/m	0,189	CS mínimo	3,094
F	=	Flecha en m.	Diámetro, mm	9,5	Carga de rotura, daN	1.640
CS	=	Coef. de seguridad	Presión Viento, daN/m	0,56	Coef. Dilatación .°C	1,91E-05
A	=	Vano de regulación en m	Tensión máxima, daN	530	T. máxima a 15° C, daN	245,02
				Módulo de elasticidad daN/mm2	7.900	

A	Tensión Máxima a				Flechas								Parámetro Catenaria	Oscilación de Cadenas		EDS % Cr.	A	
					Máxima				Mínima									
	-15° C + H.		-5° + Viento		+ 50° C		+15° C + V.		0° + Hielo		- 5° C			Flecha				
	T	CS	T	CS	T	F	T	F	T	F	T	F	Máx.	Min.	T	F	15° C	
40	530	3,09	444	3,70	83	0,45	323	0,36	433	0,34	480	0,08	448	2.587	450	0,15	14,94	40
50	530	3,09	442	3,71	92	0,63	335	0,55	443	0,51	453	0,13	496	2.440	431	0,24	13,89	50
60	530	3,09	440	3,73	99	0,84	346	0,76	452	0,73	420	0,20	534	2.266	410	0,37	12,85	60
70	530	3,09	439	3,74	105	1,09	356	1,01	460	0,97	384	0,30	564	2.071	388	0,53	11,93	70
80	530	3,09	437	3,75	109	1,36	364	1,29	468	1,25	346	0,43	589	1.865	367	0,73	11,18	80
90	530	3,09	436	3,76	113	1,66	371	1,60	474	1,55	308	0,61	608	1.660	348	0,97	10,60	90
100	530	3,09	435	3,77	116	2,00	377	1,94	480	1,90	273	0,85	625	1.474	332	1,26	10,15	100
110	530	3,09	434	3,78	118	2,37	383	2,32	485	2,27	245	1,15	638	1.318	318	1,59	9,82	110
120	530	3,09	433	3,79	120	2,78	387	2,73	490	2,68	222	1,50	649	1.197	307	1,96	9,56	120
130	530	3,09	432	3,79	122	3,21	391	3,17	494	3,12	205	1,91	658	1.106	298	2,37	9,35	130
140	530	3,09	432	3,80	124	3,68	395	3,64	497	3,59	192	2,36	666	1.037	290	2,82	9,19	140
150	530	3,09	431	3,80	125	4,19	398	4,15	500	4,10	183	2,85	673	986	284	3,31	9,07	150
160	530	3,09	431	3,81	126	4,72	400	4,69	503	4,64	176	3,38	678	946	279	3,83	8,96	160
170	530	3,09	430	3,81	127	5,30	403	5,27	505	5,21	170	3,95	683	915	275	4,39	8,88	170
180	530	3,09	430	3,81	127	5,90	405	5,87	507	5,82	165	4,55	687	890	272	4,99	8,80	180
190	530	3,09	430	3,82	128	6,54	407	6,52	509	6,47	161	5,19	691	871	269	5,62	8,74	190
200	530	3,09	430	3,82	129	7,22	408	7,19	511	7,14	158	5,86	694	854	266	6,29	8,69	200
225	530	3,09	429	3,82	130	9,05	412	9,04	514	8,98	153	7,69	701	824	261	8,11	8,59	225
250	530	3,09	429	3,83	131	11,11	414	11,09	517	11,04	149	9,74	705	804	258	10,16	8,52	250

A	TABLA DE TENDIDO																A
	Temperatura en ° C																
	40		35		30		25		20		15		10		5		
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	
40	108	0,34	126	0,29	149	0,25	178	0,21	210	0,18	245	0,15	282	0,13	321	0,12	40
50	113	0,51	128	0,45	146	0,40	169	0,34	197	0,29	228	0,25	262	0,22	298	0,19	50
60	117	0,71	129	0,65	144	0,58	163	0,51	185	0,45	211	0,40	240	0,35	273	0,31	60
70	120	0,95	130	0,87	142	0,80	157	0,72	175	0,65	196	0,58	220	0,52	248	0,46	70
80	123	1,21	131	1,13	141	1,05	153	0,97	167	0,89	183	0,81	203	0,73	226	0,66	80
90	125	1,51	132	1,43	140	1,34	150	1,26	161	1,17	174	1,08	189	0,99	207	0,91	90
100	126	1,84	132	1,75	139	1,67	147	1,58	156	1,49	167	1,39	179	1,30	193	1,20	100
110	127	2,20	133	2,12	139	2,03	145	1,93	153	1,84	161	1,74	171	1,65	182	1,55	110
120	128	2,60	133	2,51	138	2,42	144	2,33	150	2,23	157	2,13	165	2,03	173	1,93	120
130	129	3,03	133	2,94	138	2,85	142	2,75	148	2,66	153	2,56	160	2,45	167	2,35	130
140	130	3,50	133	3,41	137	3,31	141	3,22	146	3,12	151	3,02	156	2,91	162	2,81	140
150	130	4,00	134	3,91	137	3,81	141	3,71	145	3,61	149	3,51	153	3,41	158	3,30	150
160	131	4,54	134	4,44	137	4,34	140	4,25	143	4,14	147	4,04	151	3,94	155	3,83	160
170	131	5,11	134	5,01	137	4,91	139	4,81	142	4,71	146	4,61	149	4,50	153	4,40	170
180	132	5,71	134	5,61	136	5,51	139	5,41	142	5,31	144	5,21	147	5,10	151	5,00	180
190	132	6,35	134	6,25	136	6,15	139	6,05	141	5,95	143	5,84	146	5,74	149	5,63	190
200	132	7,02	134	6,92	136	6,82	138	6,72	140	6,62	143	6,52	145	6,41	147	6,30	200
225	133	8,86	134	8,75	136	8,65	138	8,55	139	8,45	141	8,34	143	8,24	145	8,13	225
250	133	10,91	134	10,80	136	10,70	137	10,60	138	10,50	140	10,39	141	10,29	143	10,18	250

**Apoyos de perfiles metálicos, según norma NI 52.10.01**



**Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos**

APOYO	CIMENTACION			
Designación Iberdrola	a m	h m	Vol. excav. m³	Vol. horm. m³
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76
C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85

APOYO	CIMENTACION			
Designación Iberdrola	a m	h m	Vol. excav. m³	Vol. horm. m³
C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53
C9000- 20E	2,04	3,14	13,07	13,71
C9000- 22E	2,22	3,16	15,56	16,32
C9000- 24E	2,38	3,18	18,04	18,92
C9000- 26E	2,56	3,20	20,97	22,00

## 6. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Los presupuestos se encuentran recogidos dentro del Documento Nº 4 del presente Proyecto Modificado  
Técnico Nº 1.