

PROYECTO DE:
LINEA AÉREA DE 15 KV Y C.T. 250 KVAS
PARA ABASTECIMIENTO

ESTACIÓN DEPURADORA
DE AGUAS RESIDUALES

NºEXPEDIENTE UNIÓN FENOSA: 343404020050

PETICIONARIO:

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

EMPLAZAMIENTO:
POLÍGONO 506 , PARCELA 32
HUETE(CUENCA)

FECHA: SEPTIEMBRE 2008



Antonio Soler García
COLEGIADO Nº 118
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

1. MEMORIA

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 las Parcelas 32, Polígono 506, parcelas propiedad del **EXCMO. AYUNTAMIENTO DE HUETE** y pertenecientes al término municipal de **HUETE** (Cuenca).

Para ello la empresa encargada de la ejecución de las obras **“UTE RAYET CONSTRUCCION-DINOTEC”**, 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 trámites de legalización de las instalaciones:

D. Antonio Soler García
C/ La Virgen, nº 55
16200 Mottilla 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 PREFABRICADOS DE 250 KVAS, UNA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN TIPO LA-56 DE 689 m.

Entroncaremos en el apoyo Nº 5, POL. 535 PARC. 48 en LA LÍNEA 15 KV denominada LÍNEA DE HUETE ST OLMEDA DE LA CUESTA propiedad de UNIÓN FENOSA.

De aquí volaremos con conductor **LA-56** a lo largo de **689 metros** hasta llegar al **apoyo Nº6** POL 506 PARC. 32, apoyo **aéreo-subterráneo** del tipo **12C2000**, donde se instalará los FUSIBLES XS, para realizar la bajada de cable del tipo **HEPRZ1 12/20 KV 3X150 mm Al**, que

alimentará al **CT EDAR HUETE, de 250 kvas**, que alimentará la futura ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES, POL.506, PARC 32, (celda línea-celda Medida-celda protección del trazo).

Partes de las consta el proyecto en cuestión

- Línea Aérea de Media Tensión de longitud **689 metros**, tipo LA-56. formada por 6 apoyos, en el Nº6 (C2000-12 Aéreo-Subterráneo, con FUS XS). La cual entroncará en el apoyo existente Nº5 en la LAMT 12/15 kv denominada LAMT DE HUETE ST OLMEDA DE LA CUESTA, propiedad de UNIÓN FENOSA.
- Línea Subterránea de Media Tensión de longitud 15 metros, tipo HEPRZ1 12/20 KV AL 3 x 150 mm².
- Edificio Prefabricado para CENTRO DE TRANSFORMADOR DE 250 KVAS, con las correspondientes CELDA DE LÍNEA, CELDA DE MEDIDA GENERAL EN MEDIA TENSIÓN Y CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES del transformador, para abastecimiento a la EDAR.

Las líneas subterráneas se instalarán bajo Tubo de PVC de 160mm.

El CT EDAR HUETE, se ubicará en PARCELA 32 POL 506, parcela propiedad del EXCMO. AYUNTAMIENTO DE HUETE.

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

El CT EDAR se ubicará en, Pol. 506 Parc.32, perteneciente al termino municipal de VILLARTA(Cuenca), propiedad del EXCMO. AYUNTAMIENTO DE HUETE.

Relación de parcelas afectadas por la LAMT:

- **Parcela 48 Polígono 535**
- **Parcela 1012 Polígono 535**
- **Parcela 45 Polígono 535**
- **Parcela 44 Polígono 535**
- **Parcela 1004 Polígono 506**
- **Parcela 30 Polígono 506**
- **Parcela 32 Polígono 506**

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 instalarán 1 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN para:

- **1 Transformador de 250 Kvas para abastecimiento de la E.D.A.R. HUETE**

Necesidad de Potencia en BT: 125,97 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..... 15 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.

Línea Aérea de Media Tensión de longitud 689 metros, tipo LA-56. formada por 6 apoyos. Empezaremos en el apoyo Nº1 (C2000-12, con Seccionalizadores), colocado a 42 metros del entronque que es el apoyo existente Nº 5 de la LAMT 12/15 kv denominada LAMT DE HUETE ST OLMEDA DE LA CUESTA, propiedad de UNIÓN FENOSA. Desde este primer apoyo volará 150 metros hasta el apoyo Nº2 (C-2000-12) tramo que cruzará por debajo de la Línea Aérea de Alta Tensión en ejecución propiedad de Eléctrica de los Desamparados. Desde el apoyo Nº2 volará 119 metros hasta el Apoyo Nº3 del tipo C-2000-14 para continuar con un tramo de 150 metros hasta el apoyo Nº4 del mismo tipo que el anterior. A partir de este seguirá con un vuelo de 150 metros hasta el apoyo Nº5 del tipo C-2000-12 para finalizar con un vuelo de 78 metros hasta el último apoyo Nº6 del tipo A/S C-2000-12, desde el que partirá la línea Subterránea de Media tensión hasta el CT de 250Kvas que se instalará en el Polígono 506 Parcela 32 para abastecimiento de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de la localidad de HUETE.

CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

La línea se realizará únicamente por el cruzamiento DE FORMA AÉREA del CAMINO VECINAL y un cruzamiento con Línea Aérea de Alta tensión en ejecución:

- Cruzamiento con CAMINO VECINAL, entre los apoyos Nº3 y Nº4 vano de **150 metros**.
- Cruzamiento con LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN, entre los apoyos Nº1 y Nº2 vano de **150 metros**.

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

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.

En nuestro caso tendremos una distancia al terreno de **7,63 metros. en su parte más desfavorable**

Líneas eléctricas y de telecomunicación.

Quedan modificadas en este caso las siguientes condiciones impuestas en el artículo 32:

Condición a): En las líneas de primera y segunda categoría puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano del cruce.

Condición b): Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón.

Condición c): Queda exceptuado su cumplimiento.

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión, la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobreelevar la línea preexistente, será de cargo del nuevo concesionario la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

$$1,5 + U/150 \text{ metros}$$

Siendo U la tensión nominal en kV. de la línea inferior y considerándose los conductores de la misma en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento a) del apartado 3 del artículo 27. La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$1,5 + (U + I1 + I2) / 100 \text{ metros}$$

en donde:

U = Tensión nominal en kV. de la línea superior.

I1 = Longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea superior.

I2 = Longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea inferior.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de la línea inferior tenga componente vertical ascendente, se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores aisladores o soportes.

Podrán realizarse cruces de líneas, sin que la línea superior reúna en el cruce las condiciones de seguridad reforzada señaladas en el artículo 32, si la línea inferior estuviera protegida en el cruce por un haz de cables de acero, situado entre ambas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea superior en el caso de que éstos se rompieran o desprendieran.

Los cables de acero de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra en las condiciones prescritas en el apartado 6 del artículo 12.

El haz de cables de protección tendrá una longitud sobre la línea inferior igual al menos a vez y media la proyección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea superior, en la dirección de la línea inferior. Dicho haz de cables de protección podrá situarse sobre los mismos o diferentes apoyos de la línea inferior, pero en todo caso los apoyos que lo soportan en su parte enterrada serán metálicos o de hormigón.

Las distancias mínimas verticales entre los conductores de la línea superior y el haz de cables de protección serán las consideradas en este mismo apartado para separación entre conductores de dos líneas que se cruzan en el caso de no existir protección.

La distancia mínima entre los cables de acero de protección y los conductores de la línea inferior será vez y media la distancia a masa correspondiente a estos últimos, de acuerdo con el apartado 2 del artículo 25, con un mínimo de 0,75 metros.

También podrá cruzarse una línea sobre otra si los apoyos de cruce de la línea superior son de una altura tal que en el caso de rotura de un conductor de ella, éste al caer, quede en todo momento a una distancia de los de la línea inferior igual al menos a la distancia a masa correspondiente a estos últimos, de acuerdo con el apartado 2 del artículo 25.

En este caso, en el vano de cruce y los apoyos que lo limitan de la línea superior, las prescripciones referentes a seguridad reforzada que deberán tenerse en cuenta son las c) y b), esta última modificada en la forma dicha al principio de este apartado.

Se considerará en este caso la posible presencia de tiros verticales de los conductores de la línea superior en los apoyos contiguos a los de cruce por la elevación de éstos.

Se podrá autorizar excepcionalmente, previa justificación, el que se fijen sobre un mismo apoyo dos líneas que se crucen. En este caso, en dicho apoyo y en los conductores de la línea superior se cumplirán las prescripciones de seguridad reforzada determinadas en el artículo 32.

En casos en que por circunstancias singulares sea preciso que la línea de menor tensión cruce por encima de la de tensión superior será preciso recabar la autorización expresa, teniendo presente en el cruce todas las prescripciones y criterios expuestos en este apartado.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto, por lo tanto, a las prescripciones de este apartado.

En nuestro caso tendremos una distancia entre conductores de **1,56 metros. en su parte más desfavorable**

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.

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 metros

con un mínimo de 7 metros.

En nuestro caso tendremos una distancia al terreno de 7 metros. en su parte más desfavorable

CONDUCTORES EMPLEADOS.

Los conductores que contempla este Proyecto Tipo son de aluminio-acero galvanizado y de aluminio-acero aluminizado de 54.6 mm² 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 ²	46,8	46,8
Sección total, mm ²	54,6	54,6
Equivalencia en cobre, mm ²	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 ²	7900	7500
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	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 ²	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 **CUATRO** apoyos del tipo **C2000-12**, y **DOS** apoyos del tipo **C2000-14** en los que se colocará placa de advertencia de riesgo de eléctrico TIPO CE 14. en el **Nº1 SE INSTALARÁN LOS SECCIONALIZADORES, Nº6 SE INSTALARÁN LOS FUS XS.**

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	$V + 5.H = 5600$
C-2000	2000	600	10600	2000	$V + 5.H = 10600$
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
1	Anclaje-seccionaliz	C-2000-12
2	Anclaje.	C-2000-12
3	Anclaje.	C-2000-14
4	Alineación.	C-2000-14
5	Angulo.	C-2000-12
6	Fin de Línea. Fus XS. A/S	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 BC2 20/5 RC2 20/5 y RC1.-15/5, 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
BC2-15	300	1500	5231052
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			Coeficient e de seguridad	CÓDIGO
			V	L	F		
RC1-15/5	1500	A	250	--	1500	1,5	5231200
RC1-20/5	2000	B	250	1500	--		5231202
RC2-15/5	1500	A	450	--	2000		5231204
RC2-20/5	2000	B	450	2000	--		5231206
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 / RC1-15	Anclaje
2	BC2-15	Anclaje
3	BC2-15	Anclaje
4	BC1-15	Alineación
5	BC2-15	Angulo
6	RC2-20	FL.AEREO/SUBTERRANEO

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: 15 KV eficaces.
2. Tensión más elevada: 19 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 **TRES** 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 UNIÓN FENOSA. 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.

Están normalizado dos tipos de seccionadores según su forma de actuación:

- seccionador de segundo ciclo: SZ2

- seccionador 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
- durabilidad 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 Aéreo-Subterránea, en la derivación individual.

Designación	Tensión kV	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor	Código
TES/24-R/50	24	50	Al	5684651
TES/24-R/150÷240		150 y 240		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

CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE EXPULSIÓN

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

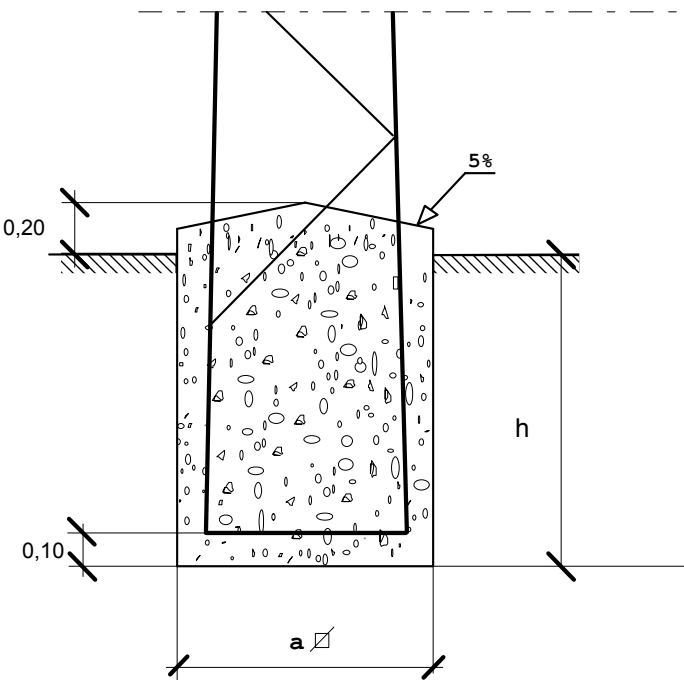
FE-6,3	24 y 36	6,3		75 06 109
FE-10		10		75 06 111
FE-20		20		75 06 114
FE-25		25		75 06 115
FE-50		50		75 06 118
FE-100		100		75 06 120
FE-6,3-1/4	24 y 36	6,3		75 06 179
FE-10-1/4		10		75 06 181
FE-20-1/4		20		75 06 184
FE-25-1/4		25		75 06 185
FE-50-1/4		50		75 06 188
FE-100-1/4		100		75 06 190

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/cm³ 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			
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

- 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 20Ω , 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 20Ω

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 60Ω , 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:

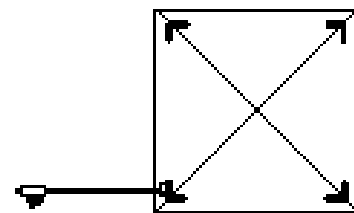
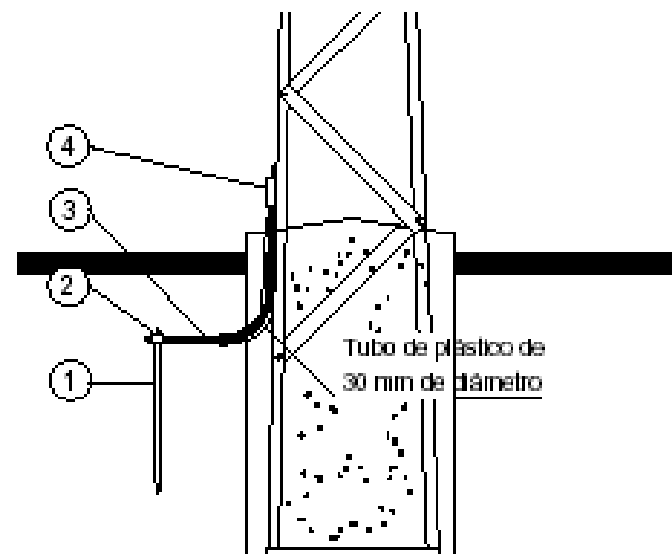
- se instalará en una zanja en forma de anillo alrededor de la cimentación el cable de cobre que se conectará a los anclajes. La salida y entrada al anillo se hace a través de un tubo de plástico embebido en el hormigón.
- se hincará una pica conectada al anillo de cobre.

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.

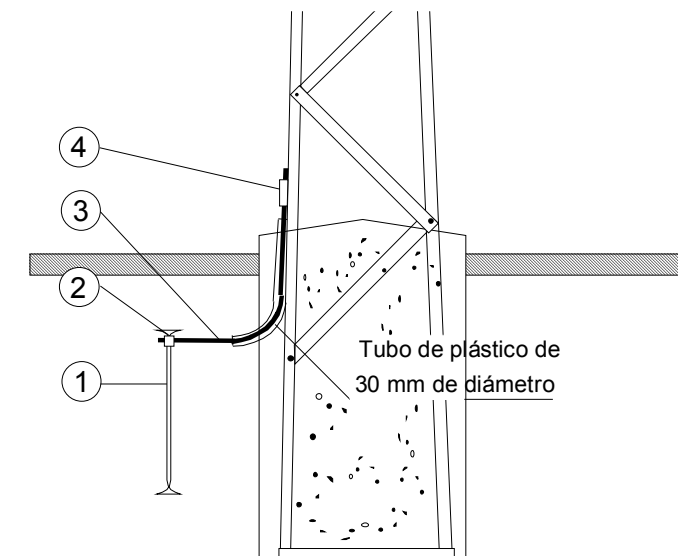
La única diferencia entre las TT de cimentaciones mixtas o en roca con las de tierra, es que en las primeras, las picas tanto de puesta a tierra como de mejora, van instaladas en taladros rellenos de polvo de grafito y tierra de la propia excavación, o de algún otro tipo de producto químico.

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

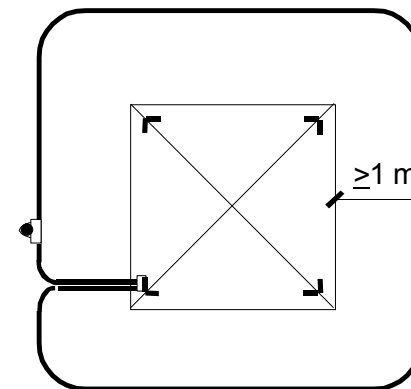


Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Und.	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26.01
2	1 Und.	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	2 m.	C 50	Cable de cobre de 50 mm²	54 10 050	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
Zona frecuentada (N) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)



ZANJAS: 0,60 m de profundidad



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 mm²	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)

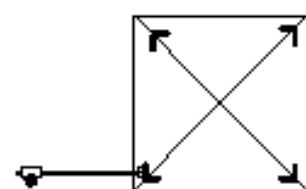
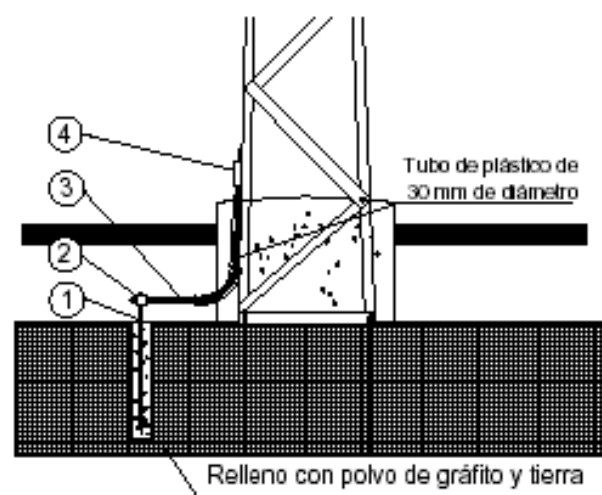


Figura 7

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 ²	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)

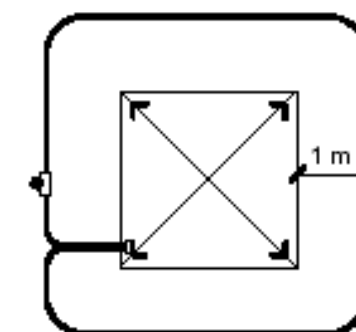
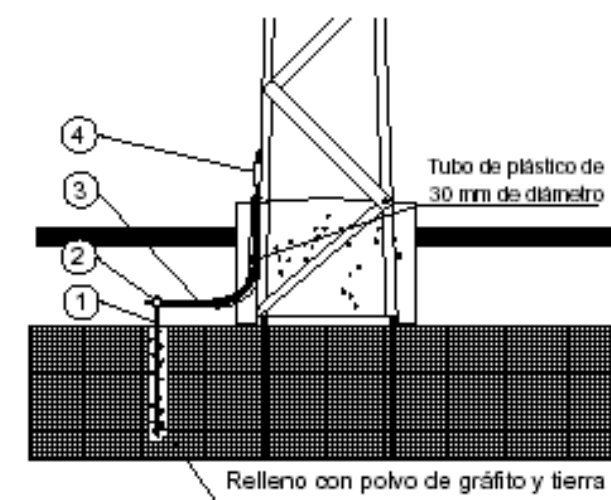


Figura 8

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 ²	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

discurrirá por la Parcela 32 del Polígono 506 donde está situada la EDAR, a lo largo de **15 metros** para entrar en el interior del **CT EDAR HUETE**, será del tipo **HEPRZ1 12/20 3x150 m2 AL**

Se utilizarán conductores de aluminio, según recomendación UNESA 3305-B y serán de las siguientes características:

Conductor :	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
Pantalla :	Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión. Corona de 16mm2 formada por hilos de Cu.
Aislamiento :	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
Cubierta :	PVC. Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
Intensidad máxima:	330 A.
Tipo seleccionado :	Los reseñados en la tabla 1.

Tabla 1

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm²	Sección pantalla mm²
HEPRZ1	12/20	150 240 400	16 16 16
	18/30	150 240 400	25 25 25

Algunas otras características más importantes son :

Tabla 2

Sección Mm²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150 240 400	12/20	0,277 0,169 0,107	0,112 0,105 0,098	0,368 0,453 0,536

150	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Caída de tensión: Será como máximo de 1000 V. en el extremo de la línea, equivalentes al 5 % sobre la tensión de 20 kv.

Intensidad de cortocircuito: 10.1 kA.

1.7.3. Características ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO

En la unión del cable subterráneo con la línea aérea se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debajo de la línea aérea se instalará un juego de seccionadores de las características necesarias, de acuerdo con la tensión y la nominal del cable. Asimismo se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálico. Estos pararrayos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.
- A continuación de los seccionadores, se colocarán las cajas terminales de intemperie que corresponda a cada tipo de cable.
- El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, irá protegida con un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2.5 m. En el tubo se alojarán las tres fases y su diámetro interior será 1.5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 15 cm.

1.7.4. Características APARELLAJE DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

Para el seccionamiento de la línea contra cortocircuitos se instalarán en el **apoyo Nº1** un juego de SECCIONALIZADORES UNIPOLARES de las siguientes características.

- TENSIÓN NOMINAL 24KV

- INTENSIDAD NOMINAL 200A

- CALIBRE CARTUCHOS DE EXPULSIÓN 60 A

- PODER DE CORTE NOMINAL 10 KA

En el apoyo Nº1 se instalará un juego de pararrayos autoválvulares para protección de sobrecargas de origen atmosférico.

Los pararrayos presentarán las siguientes características.

- MODELO ZJ Oxidos Metálicos

- TENSIÓN NOMINAL 21 Kv

- TENSIÓN MÁXIMA DE SERVICIO CONTINUO 19.5 KV

- CORRIENTE ASIGNADA DE DESCARGA 10 KA

- VALOR MAX. EQUIVALENTE AL FRENTE DE ONDA 84.8 Kv

- TENSIÓN RESIDUAL MÁXIMA 79.2 Kv

- INTENSIDAD MÁXIMA DE CHOQUE 100 KA

Para el seccionamiento de la línea subterránea se instalarán en el apoyo Nº2 un juego de SECCIONADORES UNIPOLARES con las siguientes características:

- TENSIÓN NOMINAL 24 Kv

- INTENSIDAD NOMINAL 400A

- PODER DE CORTE NOMINAL 10 KA

1.7.5. Características generales CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E.D.A.R. HUETE

Características generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo abonado o cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en MT.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

La alimentación al nuevo Centro se alimentará mediante una línea de MT subterránea con las siguientes características HEPRZ1 12/20 KV 3X150 mm² AL

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de <tensión BT> V, con una potencia máxima simultánea de <125,97> kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 250 kVA.

Descripción de la instalación

Obra civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los materiales

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

- Descripción

Los Centros de Transformación PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los

trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de

Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características detalladas

Nº de transformadores:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso
Dimensiones exteriores	
Longitud:	4480 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	12000 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Instalación eléctrica

Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

Características de la aparamenta de Media Tensión

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

Celdas: **CGMcosmos**

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad

de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMcosmos es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases 50 kV
a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases 125 kV
a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características de la aparamenta de Baja Tensión

Elementos de salida en BT :

- Cuadros de BT especiales para esta aplicación, con un interruptor de corte en carga cuyas características descriptivas se detallan más adelante.

Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión

Entrada / Salida 1: **CGMcosmos-L Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una

derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas :

- Mando interruptor: manual tipo B

Protección General: **CGMcosmos-P Protección fusibles**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMcosmos-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados
- Relé de protección: ekorRPT-201A

Medida: **CGMcosmos-M Medida**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMcosmos-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

* Transformadores de tensión

- Relación de transformación: 22000/V3-110/V3 V

- Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia y

1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia: 50 VA

Clase de precisión: 0,5

* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 5 - 10/5 A

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

Sobreint. admisible en permanencia: $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,5 s

Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **Interruptor en carga + Fusibles**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 400 A.
- 4 Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

· Tensión asignada: 440 V

· Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 10 kV
entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:
a tierra y entre fases: 20 kV

· Dimensiones: Altura: 360 mm
Anchura: 265 mm
Fondo: 730 mm

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarifador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

Relés de protección, automatismos y control

Sistema Autónomo de Protección: **ekorRPT**

Es la unidad de disparo desarrollada por Ormazabal específicamente para su integración en las celdas de Protección con Fusibles de los Sistemas CGMcosmos (CGMcosmos-P) y CGM (CGM-CMP-F).

- Las funciones de sobrintensidad de las que puede disponer son las siguientes:

- Protección multicurva de sobrecarga para fases (51).
- Protección de defectos multicurva entre fase y tierra (51N).
- Protección instantánea de cortocircuito a tiempo definido entre fase y tierra (50N).

Tiene también la opción de una protección ultrasensible (50Ns - 51Ns), utilizada en el caso de redes con Neutro aislado o compensado y/o en zonas con terrenos muy resistivos.

Además existe una entrada para disparo mediante una señal externa (sonda temperatura, etc...)

Dispone además de funciones de medida (clase 1):

- Valores eficaces de intensidad por fase (I1, I2, I3).
- Valor eficaz de intensidad homopolar (Io).

- Elementos del sistema:

- Un relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).
- Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.
- La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.
- El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

- Ith/Idin = 20 kA / 50 kA
- Temperatura = -10 °C a 60 °C
- Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %
- Ensayos: - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
 - Climáticos según CEI 60068-2-X
 - Mecánicos según CEI 60255-21-X
 - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad viene recogida en el protocolo de ensayo realizado B0014-024-IN-ME acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

Puesta a tierra

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

Instalaciones secundarias

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.7.6. 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 ternera 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 mm² 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 d 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 mm².

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

Motilla del Palancar, Septiembre de 2008
El Ingeniero Técnico Industrial



Antonio Soler García
Colegiado nº 118

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. LAMT LA-56

CÁLCULO DE CONDUCTORES

Línea Aérea de Media Tensión de longitud **689 metros**, tipo LA-56. formada por 6 apoyos , Nº1, Nº2, Nº5, Nº6 (C2000-12), apoyo Nº3, Nº4 (C2000-14).

1.0 Conductor

Los conductores que contempla este Proyecto Tipo son de aluminio-acero galvanizado y de aluminio-acero aluminizado de 54.6 mm² 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 ²	46,8	46,8
Sección total, mm ²	54,6	54,6
Equivalencia en cobre, mm ²	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 ²	7900	7500
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	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 ²	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 d₁, d₂ y d₃ 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:

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

donde:

- ΔU = Caída de la tensión compuesta, expresada en V
- I = Intensidad de la línea en A
- X = Reactancia por fase en Ω/km .
- R = Resistencia por fase en Ω/km .
- ϕ = Angulo de desfase
- L = Longitud de la línea en kilómetros.

teniendo en cuenta que:

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

donde:

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

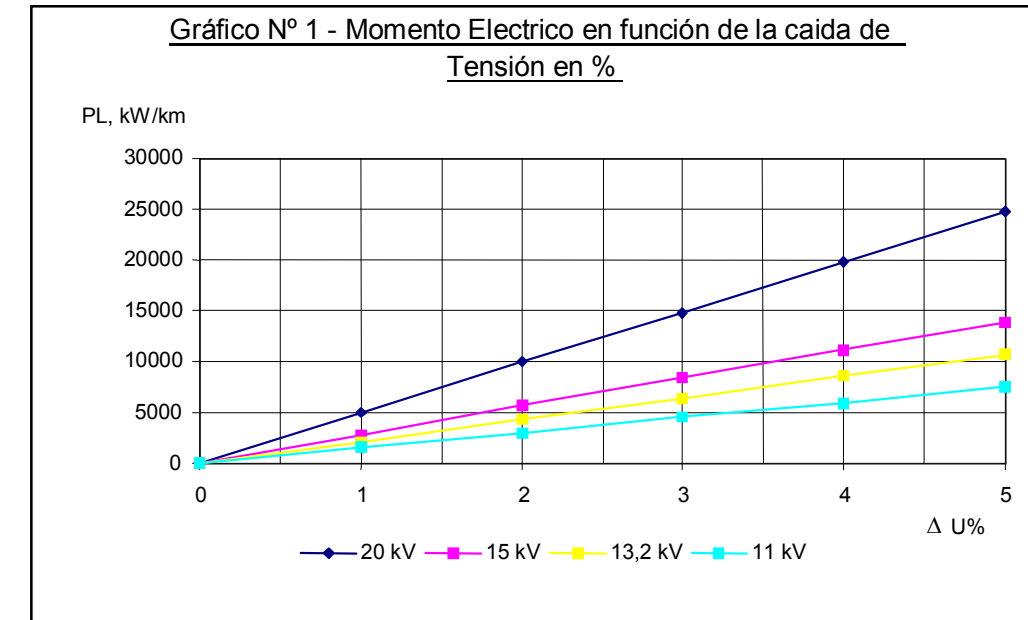
la caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

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

En el gráfico nº1, se representa la caída de tensión, en función del momento eléctrico PL, para

$\cos \phi = 0,9$ 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
15	5	13.935
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:

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

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:

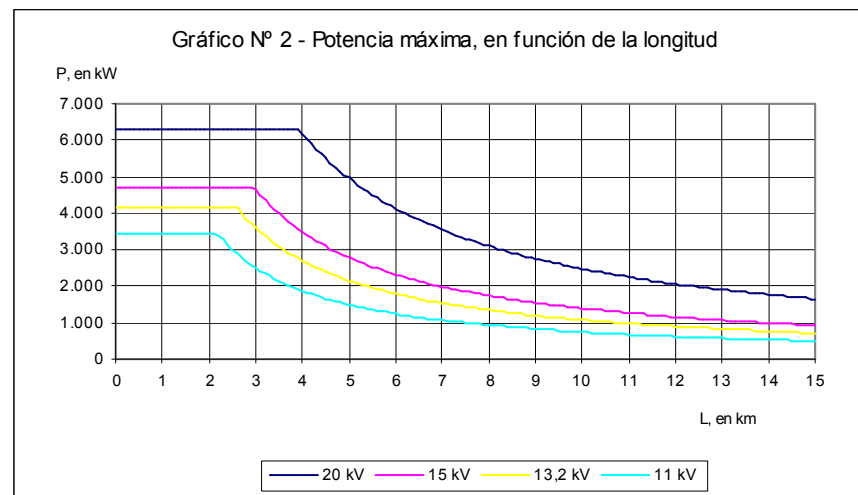
Un kV	Pmáx kW
20	6.298
15	4.724
13,2	4.157
11	3.464

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

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

sustituyendo los valores conocidos de U , R y X , para un $\cos \phi = 0,90$, 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:

ΔP = Pérdida de potencia en vatios

la pérdida de potencia en tanto por ciento es:

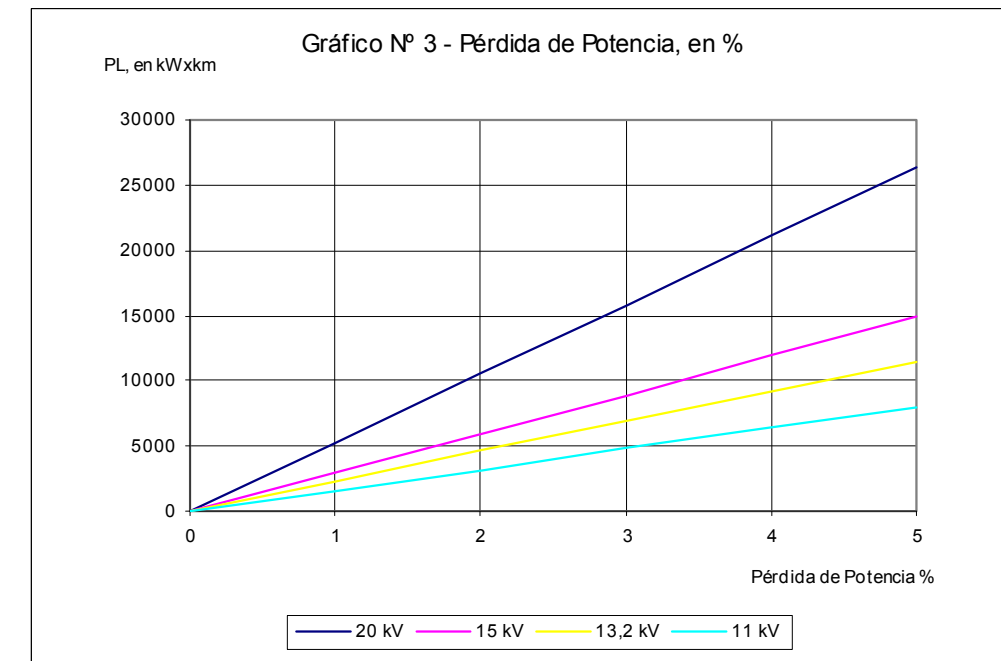
$$\Delta P\% = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \phi}$$

donde cada variable se expresa en las unidades anteriormente expuestas.

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

U kV	ΔP %
20	0,0001894. PL
15	0,0003367. PL
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	$\Delta U =$ 4,67 V (apartado 7.1.3) $\Delta U \% =$ 0,03 (apartado 7.1.3)
$P_{\text{máx}} =$	4.724,00 kW	
$R =$	0,6136 Ω/km	$\Delta P =$ 0,04 kW (apartado 7.1.5) $\Delta P \% =$ 0,03 (apartado 7.1.5)
$X =$	0,40 Ω/km	
$U =$	15 kV	
$P =$	125,97 kW	
$L =$	0,689 km	
$\cos \phi =$	0,9	
$\text{Tang} \phi =$	0,484	
$I =$	5,39 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.

- b) 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).
- c) 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:

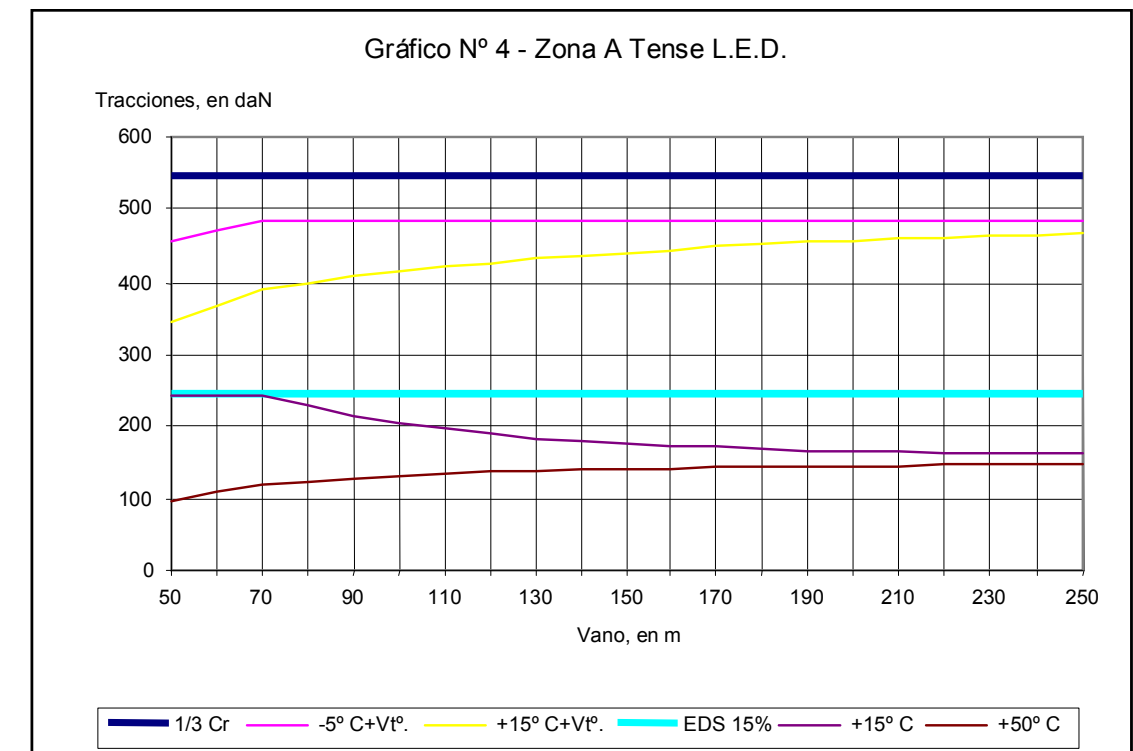
Condición	ZONA - A		ZONA - B		ZONA - C	
	Tempe- ratura	Sobrecarga	Tempe- ratura	Sobrecarga	Tempe- ratura	Sobrecarga
Máxima tensión	-5 °C	Viento de 60 kg/m²	-15 °C	Hielo 180√d g/m	-20 °C	Hielo 360√d g/m
Máxima Flecha			0 °C	Hielo 180√d g/m	0 °C	Hielo 360√d g/m
	15 °C	Viento de 60 kg/m²	15 °C	Viento de 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 θ_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 θ_1 °C

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

S = Sección del conductor en mm²

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

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:
 $x = \text{valor del semivano}$

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:
 $L_r = \text{Vano de regulación ideal en metros}$
 $L = \text{Longitud de cada uno de los vanos de la alineación de que se trate, en metros.}$

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

Alineación				Longitud Total, m = 689	
Vano	Longitud m	Vano	Longitud m	VANO DE REGULACIÓN, m	
				133,93	
1	42	26	0	74088	0
2	150	27	0	3375000	0
3	119	28	0	1685159	0
4	150	29	0	3375000	0
5	150	30	0	3375000	0
6	78	31	0	474552	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

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 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.

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 $\alpha/2$, (siendo α , el valor del ángulo).

Dando valores a α , tendremos:

D m	α °	D'	F _{máx} m
1,50	0	1,500	5,188
	10	1,494	5,145
	20	1,477	5,017
	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

D m	α °	D'	F _{máx} m
2,00	0	2,000	9,679
	10	1,992	9,600
	20	1,970	9,366
	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_{máx}, T y P, para obtener el valor de L_{máx}, será igual a aquel que haga 0, la ecuación:

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

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:

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

Siendo:

L_{máx} = Vano máximo posible (m)

T = Tense correspondiente al vano de regulación en la condición de máxima flecha (daN).

F_{máx} = 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
C-2000	2000	600	10600	2000	V + 5.H = 10600
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:

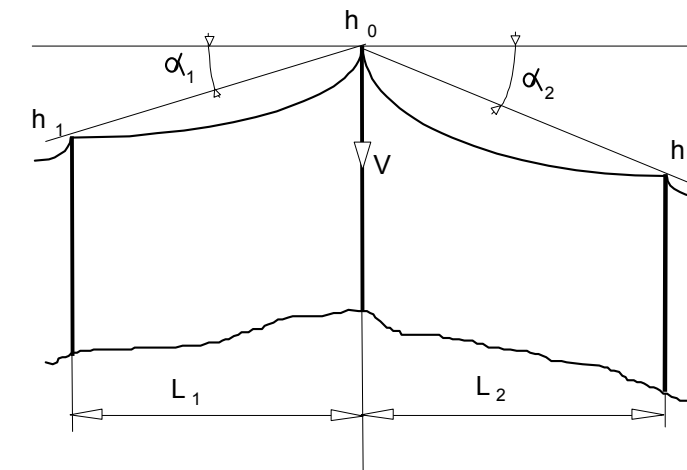
$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} = \text{Vano de viento}$$

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

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:

$$M_f = (0.139 x k x a x h^4) + (a^3 x h x 2.2 (0.5 - \frac{2}{3} \sqrt{1.1 x \frac{h}{a} \frac{1}{10k}})) \text{ (Tn x m)}$$

siendo:

a: Ancho de la cimentación, en m

h: profundidad de la cimentación en m

k: coeficiente de compresibilidad del terreno kg./cm x cm²

El valor de k corresponde a la profundidad de 2m y corresponde a terreno normal, es decir 12 kg./cm x cm².

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 Nª 4, será del tipo C2000-14

	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+Vtº, 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)								
11									
12	Tipo de Armado (1 Cruceta bóveda, 2 Cruceta recta, 3 Cruceta recta triángulo)								
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, en m.					Altura libre del apoyo, m.	11,63	
17	Nota:	Id. Lo que baja la cruceta en m						0,00	
18									
19					K =	0,754			
20									
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 =				#####	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 Nª 6, será del tipo C2000-12

	B	C	D	E	F	G	H	I
1								
2	IMAGEN 6ª - Apoyos de FIN DE LINEA							
3								
4	Conductor:	LA-56	Diámetro, mm =	9,45	Peso daN/m	0,1855071	P+Vtº, daN/m	0,59
5	P+H (Zona -B), en daN/m	0,72832907			P+H (Zona -C), en daN/m	1,27115104		
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	Vanos, en m		Desnivel					
11	Anterior L ₁	148,17		ho	724,98			
12	Medio, L	74,09		h1	714,60			
13				N	0,070			
14								
15	Tipo de apoyo (1 < Apoyo de Hormigón HV; 2 < Apoyo de chapa CH; 3 Apoyo de celosía C)							3
16								
17	Tipo de Armado (1Cruceta bóveda, 2 Cruceta recta, 3 Cruceta recta triángulo)							2
18								
19	Nota:	Deberá indicarse el brazo de cruceta en m.				Brazo de cruceta, m	2,00	
20								
21	Nota:	En armados triángulo indicar: Altura libre del apoyo, en				Altura libre del apoyo, m.	9,70	
22	Nota:	Id. Lo que baja la cruceta en m					1,00	
23					K =	1,000		
24								
25	Aislamiento;	Número de cadenas =	3	Cargas permanentes vert., en daN:			157	
26		Nº de aisladores/cadena	3	Cargas horiz. (Viento crut. y aisla.), daN			19	
27								
28	Apoyo en estudio con: (1 < Seguridad Normal; 1,25 < Seguridad Reforzada)							1,25
29								
30	CALCULO APOYO							
31	1ª hipótesis							
32		Esf. Horiz., daN =	1829,091		Esf. Vert., daN =	363		
33	2ª hipótesis							
34		Esf. Horiz., daN =	1987,5		Esf. Vert., daN =	537		
35	3ª hipótesis							
36		Esf. Desq., daN =	1987,5		Rotura cond., daN.m =	1060		
37								
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	El tipo de apoyo seleccionado "SI" es valido							
43								
44		Carga Vertical cruceta, en daN/fase =				101,6		

2.CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CT EDAR

Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]
U_p tensión primaria [kV]
I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA.

$$I_p = 7,2 \text{ A}$$

Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]
U_s tensión en el secundario [kV]
I_s intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 343,7 \text{ A.}$$

Cortocircuitos

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$\cdot I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 8,6 \text{ kA}$$

Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$\cdot I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc}(ter) = 10,1 \text{ kA}$.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 20 A.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 7,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu}	pérdidas en el cobre del transformador [kW]
W_{fe}	pérdidas en el hierro del transformador [kW]
K	coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
DT	aumento de temperatura del aire [°C]
S_r	superficie mínima de las rejillas de entrada [m ²]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

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

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir

reenganques posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]
 R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 $I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d \max}$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 461,88 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \max} = 400 \text{ A}$$

Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

· Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n	tensión de servicio [V]
R_n	resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
X_n	reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 43,3 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r	coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,2887$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'_d = 399,19 \text{ A}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_d	tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 5808,27 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 2892,16 \text{ V}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1323,33 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V _p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1323,33 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_{p(acc)} = 2892,16 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 5808,27 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 399,19 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I' _d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 9,53 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio 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 del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_r " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS L.S.M.T.

Línea Subterránea de Media Tensión de longitud **15 metros**, tipo **HEPRZ1 12/20 KV AL 3 x 150 mm²**, partirá del apoyo N°6 al CT EDAR HUETE

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

CABLES.

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

- Conductor : Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
- Pantalla sobre el conductor : Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
- Aislamiento : Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
- Pantalla sobre el aislamiento : Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- Cubierta : Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
- Tipo seleccionado : Los reseñados en la tabla 1.

Tabla 1

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm ²	Sección pantalla mm ²
HEPRZ1	12/20	150 240 400	16 16 16
	18/30	150 240 400	25 25 25

Algunas otras características más importantes son :

Tabla 2

Sección Mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150 240 400	12/20	0,277 0,169 0,107	0,112 0,105 0,098	0,368 0,453 0,536
150 240 400	18/30	0,277 0,169 0,107	0,121 0,113 0,106	0,266 0,338 0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

INTENSIDADES ADMISIBLES

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla 3.

Tabla 3
Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento	Tipo de condiciones	
	Servicio permanente	Cortocircuito t ≤ 5s
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación enterrada: A los efectos de determinar la intensidad admisible, se consideran las siguientes condiciones tipo :

- Cables con aislamiento seco: Una terna de cables unipolares agrupadas a triángulo directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de 1 m de profundidad en terreno de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25° C.

En la tabla 4 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables normalizados en ID para canalizaciones enterradas directamente.

Tabla 4
Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR)

Tensión nominal U ₀ /U kV	Sección nominal de los conductores mm ²	Intensidad
		3 unipolares
12/20	150 240 400	330 435 560
18/30	150 240 400	330 435 560

INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

En la tabla 6 se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y como temperatura final la de cortocircuito > 250 °C, tal como se indica en la tabla 3. La diferencia entre ambas temperaturas es Δθ. En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y

la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones :

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

En donde :

I = corriente de cortocircuito, en amperios

S = sección del conductor, en mm²

K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito

t = duración del cortocircuito, en segundo

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad tabulado para t = 1s. Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a un incremento $\Delta\theta'$ de temperatura distinto del tabulado $\Delta\theta=160^\circ\text{C}$, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección :

$$F = \sqrt{(\Delta\theta / \Delta\theta')}$$

Tabla 6
Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA
(Incremento de temperatura 160 θ en $^\circ\text{C}$)

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm ²	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS

En la tabla 7 se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características :

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1)
- Temperatura inicial pantalla: 70 $^\circ\text{C}$
- Temperatura final pantalla: 180 $^\circ\text{C}$.

Tabla 7
Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en A

Sección Pantalla Mm ²	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	7.750	5.640	4.705	3.775	2.845	2.440	2.200	2.035	1.920
25	1.1965	8.690	7.245	5.795	4.350	3.715	3.340	3.090	2.900

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 21-193, aplicando el método indicado en la norma UNE 21-192.

CALCULO ELÉCTRICO.

Se tomarán las intensidades máximas admisibles dadas por el fabricante del cable y que se recogen en la norma NI 56.43.01.

Las características de los cables de AT vienen indicadas en el apartado 7.1.1

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

- Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
- Enterrados a una profundidad de 1 m en terrenos de resistencia térmica media.
- Temperatura máxima en el conductor 105 $^\circ\text{C}$.
- Temperatura del terreno 25 $^\circ\text{C}$.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.
- 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 intensidades máximas que figuran en el Capítulo 7 de este MT-NEDIS y en la norma NI 56.43.01, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

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

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

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

en donde:

W = Potencia en kW
U = Tensión compuesta en kV
 ΔU = Caída de tensión, en %
I = Intensidad en amperios
L = Longitud de la línea en km.
R = Resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura de servicio
X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/km .
 $\cos \varphi$ = Factor de potencia

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

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la potencia de cortocircuito Pcc existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual a :

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

La sección mínima se calculará de acuerdo con la tabla 6.

- Línea Subterránea de Media Tensión de longitud **15 metros**, tipo HEPRZ1 12/20 KV AL 3 x 150 mm², CT EDAR HUETE.

CABLES	ENTRONQUE a CT1. L1
Tensión (V)	15000
Potencia acumulada (kW)	125,97

In (A)	4,05
Longitud (m)	15,00
cos phi	0,80
Sección Fase (mm ²)	150
Aislamiento	HPRZ1
Material	Al
Temperatura (c°)	25
Unipolar / Multipolar	Uni
Tipo de Inst.	Enterrada
Número de fases	3
I adm (A)	330
cdt parcial (%)	0,000437
cdt total (%)	0,000437

5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS B.T.

(parte no incluida en proyecto)

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

2. PLANOS

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

3.1. 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.

3.2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Este pliego de condiciones se aplicará a la construcción de un **LAMT, LSMT Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250 KVAs.**

3.3. EMPRESA INSTALADORA, DISPOSICIONES GENERALES.

La empresa instaladora **POR 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.

3.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

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

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

5. Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación.

6. Reglamento sobre Líneas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 3151/68, de 28 de Noviembre.

7. . Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto)

8. 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.

9. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

(Ver apartado reglamentación capítulo Memoria)

3.3.2. 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.

3.3.3. 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.

3.4. 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:

3.4.1. 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.

3.4.2. 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.

3.4.3. 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.

3.4.4. 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.

3.4.5. 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, decreta 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.

3.4.6. 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.

3.4.7. 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.

3.4.8. 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.

3.4.9. 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.

3.4.10. 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.

3.4.11. 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.

3.4.12. 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.

3.4.13. 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.

3.5. DISPOSICIÓN FINAL.

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

3.6. 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 necesitados 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 apartamentación 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 eviten 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.

3.7.4 CALIDAD DE LOS MATERIALES DE ALTA TENSIÓN

3.7.4.1 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.

3.7.4.2 Aparamenta 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 conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. La posición del seccionador o de los seccionadores de puesta a tierra ser visible a través de las mirillas correspondientes-

.Características constructivas de las celdas.

Responden en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta 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 ser 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 ser 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 serían 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 conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete ser 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.

3.7.4.3 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.

3.7.4.4 Equipos de Medida

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

3.7.5 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.

3.7.6 PRUEBAS REGLAMENTARIAS .

La aparatada 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.

3.7.7 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.

SEPARACIÓN 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 bornas 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 las misma calidad y características.

3.7.8 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.

3.7.9 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

4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1.- 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 un, **LAMT 1 LSMT Y UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE 250 KVAS.** en el termino municipal de **HUETE (CUENCA)**

4.2.- 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.

4.3.- Instalaciones.

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

4.4.- 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.

4.5.- 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 instalado 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.

4.6.-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.

4.7.- 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 PORTÁTIL, 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 tabloncillos 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.

LÍNEA AÉREA 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: **INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO A ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE HUETE.**

4.2.3. PLAZO APROXIMADO DE EJECUCIÓN.

- Obra Civil: 7 día
- Montaje y ejecución: 15 días

4.2.4. PERSONAS PREVISTO.

- Obra Civil: 4 hombres
- Montaje y ejecución: 4 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.).
- Tropiezos, 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. 1215197, 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.

5.2. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA.

5.2.1.1.1. 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.

5.2.1.1.2. 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.

5.2.1.1.3. 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.

5.2.1.1.4. Puesta en servicio

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

5.3. SEGURIDAD EN EL EMPLEO DE MAQUINARIA DE OBRA.

5.3.1. MAQUINARIA Y ÚTILES PREVISTOS PARA ESTA OBRA.

Retroexcavadora
Camión hormigonera
Camión con barquilla para trabajos en tensión
Camiones de transporte
Máquinas-herramientas
Máquinas auxiliares

5.3.2. 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.

5.3.3. RETROEXCAVADORA.

5.3.3.1. NOTAS EN TORNO A LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN.

5.3.3.1.1. 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.

5.3.3.1.2. 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.

5.3.3.2. NOTAS SOBRE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

5.3.3.2.1. 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).

5.3.3.2.2. 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.).

5.3.3.2.3. 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.

5.3.3.2.4. Guantes

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

5.3.4. CAMIÓN HORMIGONERA.

5.3.4.1. RIESGOS DETECTADOS.

a) Riesgos directos:

5.3.4.1.1. 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.

5.3.4.1.2. 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.

5.3.4.1.3. 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:

5.3.4.1.4. 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.

5.3.4.1.5. 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.

5.3.4.1.6. 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.

5.3.4.2. NORMAS DE SEGURIDAD.

a) Sobre el agente material

5.3.4.2.1. 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.

5.3.4.2.2. 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.

5.3.4.2.3. 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.

5.3.4.3. 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.

5.3.5. **CAMIONES DE TRANSPORTE.**

5.3.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Choques con elementos fijos de la obra.

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

5.3.5.2. 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.

5.3.5.3. 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.

5.3.5.4. PROTECCIONES COLECTIVAS.

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

5.3.6. **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.

5.3.6.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Descargas eléctricas.

Proyección de partículas.

Caídas en altura.

Ambiente ruidoso.

Generación de polvo.

Explosiones e incendios. Cortes en extremidades.

5.3.6.2. 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.

5.3.7. **MEDIOS AUXILIARES.**

5.3.7.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES.

5.3.7.1.1. Redes de protección

Rasgado por roce o incisiones producidas por piezas.

Caídas en el montaje y desmontajes.

5.3.7.1.2. Andamios de borriquetas

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

5.3.7.1.3. 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.

5.3.7.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD.

5.3.7.2.1. 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.

5.3.7.2.2. 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.

5.3.7.2.3. 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.

5.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

5.4.1. 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.

5.4.2. 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.

5.4.3. 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.

5.4.4. 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.

5.4.5. 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.

5.4.6. TRABAJOS CON ELEMENTOS DE ALTURA EN PRESENCIA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS.

5.4.6.1. 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.

5.4.6.1.1. 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.

5.4.6.2. 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.

5.4.7. **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.

5.4.8. **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.

5.5. **SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.**

5.5.1. **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.

5.5.2. **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.

5.5.2.1.1. 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.

10. 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.

5.5.2.1.2. 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.

5.5.2.1.3. 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 señalar de forma visible el cable en que deba trabajarse.

5.5.2.1.4. 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.

5.5.3. TRABAJOS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.

5.5.3.1. 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.

5.5.3.1.1. 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.

5.5.3.2. 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.

5.6. **SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS NO ELÉCTRICOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES EN TENSIÓN.**

5.6.1. **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.

5.6.2. **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.

5.7. **PROTECCIÓN PERSONAL FRENTE A RIESGOS ELÉCTRICOS.**

5.7.1. **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.

5.7.2. **Consideraciones en el empleo del material de seguridad.**

5.7.2.1.1. 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.

5.7.2.1.2. 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.

5.7.2.1.3. 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.

5.7.2.1.4. 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	-----	$U \leq 20$

5.7.2.1.5. BANQUETA AISLANTE Y ALFOMBRA AISLANTE

Las banquetas aislantes tienen como misión específica aislar al usuario de la misma, cuando se coloca sobre su superficie.

5.7.2.1.6. 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.

5.7.2.1.7. 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	$U \leq 20$

5.7.2.1.8. 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.

5.7.2.1.9. VERIFICADORES DE AUSENCIA DE TENSIÓN

5.7.2.1.10. 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 funcione 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.

5.7.2.1.11. PÉRTIGAS AISLANTES DE MANIOBRA

5.7.2.1.12. Tipos:

Pértigas de interior

Pértigas de exterior

5.7.2.1.13. 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.

5.7.2.1.14. 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.

5.7.2.1.15. CINTURÓN DE SEGURIDAD

5.7.2.1.16. 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
A MT-13 B.O.E. 02-09-77	Cinturón de sujeción 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.

5.7.2.1.17. 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.

5.7.2.1.18. CHAQUETA IGNÍFUGA

5.7.2.1.19. 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.

5.7.2.1.20. 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 sí 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)

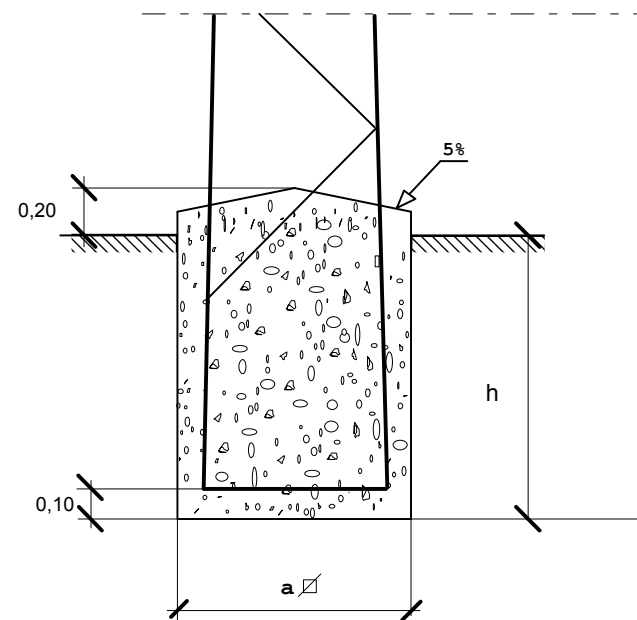
CONDUCTOR LA-56 - TENSE LÍMITE ESTÁTICO DINÁMICO

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		-5° C + V/2				
	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

5. PRESUPUESTOS

5. PRESUPUESTOS.

Los presupuestos se encuentran recogidos dentro del Documento Nº 4 del presente Proyecto Modificado Técnico Nº 1.