



PROYECTO FINAL DE CARRERA

Título.

PROYECTO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A UNA ESTACIÓN DE BOMBEO MEDIANTE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 KV Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 630 KVA.

Alumno.

JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ.

Titulación.

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL.

Especialidad.

ELECTRICIDAD.

Universidad.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.

ÍNDICE

1.- MEMORIA

CAPITULO I

- 1.1.- INTRODUCCIÓN.
- 1.1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.
- 1.1.2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
- 1.1.3.- TITULAR DE LAS INSTALACIONES INICIAL Y FINAL.
- 1.1.4.- REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.
- 1.1.5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO.

CAPITULO II

- 1.2.- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN DE 20KV.
- 1.2.1.- CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA.
- 1.2.2.- POTENCIA A TRANSPORTAR.
- 1.2.3.- TRAZADO.
- 1.2.3.1.- LONGITUD TOTAL Y PARCIAL.
- 1.2.3.2.- PROVINCIAS Y TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS.
- 1.2.3.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.
- 1.2.3.4.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.
- 1.2.4.- MATERIALES.
- 1.2.4.1.- CONDUCTORES.
- 1.2.4.2.- AISLAMIENTOS.
- 1.2.4.3.- HERRAJES Y ACCESORIOS.
- 1.2.4.4.- APOYOS.
- 1.2.4.5.- CRUCETAS.
- 1.2.5.- SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO.
- 1.2.6.- TOMAS DE TIERRA.
- 1.2.7.- PROTECCIÓN Y MANIOBRA.
- 1.2.8.- CIMENTACIÓN DE APOYOS.

CAPITULO III

- 1.3.- ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO.

CAPITULO IV

- 1.4.- LÍNEA SUBTERRÁNEA A.T.
- 1.4.1.- TRAZADO.
- 1.4.2.- MATERIALES.
- 1.4.2.1.- CONDUCTORES.
- 1.4.3.- AISLAMIENTOS, HERRAJES, EMPALMES, CONEXIONES Y PROTECCIÓN.
- 1.4.4.- ZANJA

CAPITULO V

- 1.5.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
- 1.5.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 1.5.2.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.
- 5.3.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.
MEDIOAMBIENTAL.
- 1.5.3.1.- JUSTIFICACIÓN DE NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO.
- 1.5.3.2.- OBRA CIVIL.
- 1.5.3.2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.
- 1.5.3.3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
- 1.5.3.3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.
- 1.5.3.3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.
- 1.5.3.3.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.
- 1.5.3.3.4.- CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MEDIA TENSIÓN.
- 1.5.3.3.5.- CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.
- 1.5.3.3.6.- CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.
- 1.5.3.4.- MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.
- 1.5.3.5.- RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL.
- 1.5.3.6.- PUESTA A TIERRA.
- 1.5.3.6.- TIERRA DE PROTECCIÓN.
- 1.5.3.6.2.- TIERRA DE SERVICIO.
- 1.5.3.7.- INSTALACIONES SECUNDARIAS.

2.- CÁLCULOS

CAPITULO I

- 2.1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA.
- 2.1.1.- INTENSIDAD NOMINAL DE DISEÑO.
- 2.1.2.- DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE.
- 2.1.3.- RESISTENCIA.
- 2.1.4.- REACTANCIA APARENTE.
- 2.1.5.- CAÍDA DE TENSIÓN.
- 2.1.6.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.
- 2.1.6.1.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.
- 2.1.6.2.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.
- 2.1.7.- PÉRDIDAS DE POTENCIA.
- 2.1.8.- OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

CAPITULO II

- 2.2.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.
- 2.2.1.- INTENSIDAD NOMINAL DE DISEÑO.
- 2.2.2.- DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE.
- 2.2.3.- RESISTENCIA.
- 2.2.4.- REACTANCIA APARENTE.
- 2.2.5.- CAÍDA DE TENSIÓN.
- 2.2.6.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.
- 2.2.6.1.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.
- 2.2.6.2.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.
- 2.2.7.- PÉRDIDAS DE POTENCIA.
- 2.2.8.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

CAPITULO III

- 2.3.- CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.
- 2.3.1.- CONDUCTORES.
- 2.3.2.- APOYOS.
- 2.3.3.- ARMADOS.
- 2.3.4.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD.
- 2.3.5.- TABLAS DE TENDIDO.
- 2.3.6.- CIMENTACIONES.
- 2.4.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 2.4.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.

CAPITULO IV

- 2.4.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN
- 2.4.3.-CORTOCIRCUITOS.
- 2.4.3.1.- OBSERVACIONES.
- 2.4.3.2.- CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.
- 2.4.3.3.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN.
- 2.4.3.4.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.
- 2.4.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.
- 2.4.4.1.- COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.
- 2.4.4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.
- 2.4.4.3.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.
- 2.4.5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.
- 2.4.6.- DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.
- 2.4.7.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 2.4.8.- DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.
- 2.4.9.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
- 2.4.9.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.
- 2.4.9.2.- DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.
- 2.4.9.3.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

- 2.4.9.3.1.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.
- 2.4.9.4.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 2.4.9.5.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.
- 2.4.9.6.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.
- 2.4.9.7.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.
- 2.4.9.7.1.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 2.4.9.8.- INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.
- 2.4.9.9.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO I

- 3.1.-LÍNEA AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.
 - 3.1.1- MATERIALES.
 - 3.1.2.- CONDUCTORES.
 - 3.1.3.- CRUCETAS.
 - 3.1.4.- AISLAMIENTO Y HERRAJES.
 - 3.1.5.- EMPALMES, CONEXIONES Y RETENCIONES.
 - 3.1.6.- APARELLAJE DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.
 - 3.1.7.- PUESTAS A TIERRA.
 - 3.1.8.- APOYOS.
 - 3.1.8.1.- TRANSPORTE Y ACOPIO DE LOS APOYOS.
 - 3.1.8.2- ARMADO E IZADO DE APOYOS.
 - 3.1.8.3.- PEANA.
 - 3.1.9.- TENDIDO, TENSADO Y RETENCIONADO.
 - 3.1.10.-MONTAJES DIVERSOS.
 - 3.1.10.1.- JUEGOS TRIFÁSICOS DE CORTOCIRCUITOS FUSIBLES UNIPOLARES PARA ACCIONAMIENTO POR PÉRTIGA.
 - 3.1.10.2.- SECCIONADOR TRIFÁSICO CON ACCIONAMIENTO POR MANDO DESDE LA BASE DE APOYO.
 - 3.1.10.3.- NUMERACIÓN DE APOYOS Y COLOCACIÓN DE PLACAS DE AVISO DE PELIGRO ELÉCTRICO.
 - 3.1.11.- TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN.

CAPITULO II

- 3.2.-LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.
 - 3.2.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN
 - 3.2.1.1.- CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN.
 - 3.2.2.- TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, PROTECCIONES, CRUCES Y PARALELISMOS.
 - 3.2.2.1.- TENDIDO.
 - 3.2.2.2.- TERMINALES Y EMPALMES.
 - 3.2.2.3.- PROTECCIONES.
 - 3.2.2.4.- CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.
 - 3.2.3.- ACCESORIOS.

3.2.4.- OBRA CIVIL.

3.2.4.1.- MATERIALES.

3.2.5.- ZANJAS. EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO

3.2.6.- NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

CAPITULO III

3.3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

3.3.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES.

3.3.1.1.- OBRA CIVIL.

3.3.1.2.- APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.

3.3.1.3.- TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

3.3.1.4.- EQUIPOS DE MEDIDA

3.3.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

3.3.3.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

3.3.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

3.3.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

3.3.6.- LIBRO DE ÓRDENES.

4.- PRESUPUESTO.

4.1.- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.

4.2.- LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

4.3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

4.4.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

5.- PLANOS.

1.- PLANO DE SITUACIÓN.

2.- DETALLE EN PLANTA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.

3.- PERFIL DE L.A.M.T.

3a.- PERFIL TOPOGRÁFICO. TRAMO 1.

3b.- PERFIL TOPOGRÁFICO. TRAMO 2.

3c.- PERFIL TOPOGRÁFICO. TRAMO 3.

3d.- PERFIL TOPOGRÁFICO. TRAMO 4.

4.- DETALLE Y CARACTERÍSTICAS DE APOYOS DE CELOSÍA.

5.- DETALLE DE CRUCETA PARA APOYOS DE ALINEACIÓN.

6.- DETALLE CRUCETAS RECTAS (BC) PARA APOYOS DE ARMADO, ANGULO Y FINAL DE LÍNEA.

7.- DETALLES Y ESFUERZOS DE LA CRUCETA RECTA (RC) PARA APOYOS CON PERFILES METÁLICOS.

8.- CADENA DE AISLAMIENTO EN SUSPENSIÓN PARA APOYOS DE ALINEACIÓN.

9.- DETALLE DE HERRAJES DE CADENA DE AISLAMIENTO EN SUSPENSIÓN.

10.- CADENA DE AISLAMIENTO PARA APOYOS DE ÁNGULO, AMARRE Ó FIN DE LÍNEA.

11.- DETALLE HERRAJES DE CADENAS DE AISLAMIENTO EN AMARRE.

- 12.- DETALLE AISLADOR U 70 BS.
- 13.- DETALLES DE PUESTA A TIERRA EN APOYOS DE CELOSÍA.
- 14.- DETALLES DE CIMENTACIONES PARA PERFILES METÁLICOS.
- 15.- DERIVACIÓN SIMPLE CON APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA.
- 16.-DETALLE ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO.
- 17.- DETALLE DE ZANJA DE LA L.S.M.T.
- 18.-DETALLE DE ZANJA PARA L.S.M.T. EN CRUCES.
- 19.- DETALLE ENVOLVENTE PFU-4 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 20.- DETALLES DISPOSICIÓN INTERIOR DE ELEMENTOS EN EL PFU-4 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 21-ESQUEMA UNIFILAR CENTRO TRANSFORMACIÓN PFU-4.

ANEXO I

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.

ANEXOII

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

ANEXO III

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

MEMORIA

CAPITULO I

1.1.- INTRODUCCIÓN

1.1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.

Antecedentes.

El alumno de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Cartagena **JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ** con **D.N.I.: 22.995.064D** y domicilio en **CARTAGENA(MURCIA)**, procede a la realización del presente proyecto, siendo este el Proyecto Fin de Carrera, con el objeto de adquirir el Título de Ingeniero Técnico Industrial en la Especialidad de Electricidad.

Este proyecto se ha redactado bajo la supervisión **D. JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ**, profesor de la Universidad Politécnica de Cartagena .

Objeto.

La redacción del presente proyecto tiene por objeto el **estudio y diseño de un tramo de Línea Aérea de Media Tensión, un tramo de Línea Subterránea de Media Tensión y un Centro de Transformación de 630 KVA para la alimentación de una estación de bombeo**, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y el cumplimiento de la normativa vigente.

De igual forma se pretende solicitar de las autoridades las correspondientes autorizaciones administrativas, para la ejecución de las obras y la posterior puesta en marcha de las instalaciones.

1.1.2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

Las obras e instalaciones objeto del presente proyecto han sido calculadas según el perfil adjunto, estando ubicadas en el Termino Municipal de Librilla (Murcia), tal y como se refleja en los planos correspondientes.

1.1.3.- TITULAR DE LAS INSTALACIONES INICIAL Y FINAL.

Los titulares iniciales de las instalaciones y peticionarios del presente proyecto son:

- **FRANCISCO MARTÍNEZ MARÍN** con **DNI 20.376.609-W.**
- **PETRA GIMÉNEZ CATALÁ** con **DNI 20.376.609-N.**

con domicilio en C/Tornamira N°16 en B°Peral en Cartagena(Murcia).

El titular final de las L.A.M.T. y L.S.M.T. es la Compañía Suministradora Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.

El Centro de transformación queda en convenio de repercusión durante el tiempo determinado según contrato firmado entre ambas partes.

1.1.4.- REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

La reglamentación aplicable a la instalación y la cual se deberá tener en cuenta para la realización de la misma, son:

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE núm. 176, de 23 de julio de 1992).
- Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión y modificaciones posteriores (BOE núm. 311, de 27 de noviembre de 1968; corrección errores en BOE de 8 de marzo de 1969).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997).
- Real Decreto 2819/1998, de 23 de diciembre, por el que se regula las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica (BOE núm. 321, de 30 de diciembre de 1998).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- Orden de 25 de abril de 2001, de la Consejería de Tecnología, Industria, Trabajo y Turismo, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 Kv (BORM núm. 102, de 4 de mayo de 2001).
- Resolución de 5 de julio de 2001, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001, sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1kV (BORM núm. 173, de 27 de julio de 2001).
- Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas (BORM núm. 218, de 19 de septiembre de 2002, con corrección de errores en BORM núm. 235, de 9 de octubre de 2002).
- Resolución de 4 de noviembre de 2002, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas (BORM núm. 284, de 10 de diciembre de 2002, con corrección de errores en BORM núm. 85, de 12 de abril de 2003).

- Decreto 20/2003, de 21 de marzo, sobre criterios de actuación en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia (BORM núm. 75, de 1 de abril de 2003, con corrección de errores en BORM núm. 79, de 5 de abril de 2003).
- Normas Particulares de la Empresa Eléctrica Distribuidora.

1.1.5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO.

El presente proyecto consiste en la Alimentación y Distribución de Energía Eléctrica a un centro de transformación de abonado de 630KVA.

La alimentación al Centro de Transformación de abonado se realiza por medio de una línea de 20 KV compuesta por dos tramos, uno aéreo de 2.872 metros y otro subterráneo de 50 m de longitud, existiendo entre medio un entronque aéreo-subterráneo.

La línea aérea estudiada en este proyecto es una derivación de una línea existente que transcurre por zona B, trazada con el conductor LA-56 según el perfil topográfico adjunto en este proyecto. Esta se compone de 20 apoyos de celosía todos ellos de las características, dimensiones y coeficientes de seguridad indicados en los cálculos.

A los 2.872 metros se realiza un entronque aéreo-subterráneo para llevar el suministro de energía al transformador de abonado situado a unos 50m por medio de un tramo de línea subterránea. Para este tramo se ha utilizado conductores de Aluminio en tendido unipolar de 240mm² de sección (Al HEPRZ1), siendo las características, dimensiones y coeficientes de seguridad indicadas en los cálculos.

El Centro de Transformación de abonado está previsto para una potencia de 630 KVA., un $\cos\phi=0,8$ y con una relación de transformación de 20 KV/400-230V.

CAPITULO II

1.2.- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN DE 20KV

1.2.1.- CATEGORÍA DE LA LINEA Y ZONA.

La línea, con arreglo a lo establecido en el Reglamento Técnico de Alta Tensión, queda clasificada como:

- Línea de 3ª categoría. Tensión nominal inferior a 30 Kv
- Zona B. Altura sobre el nivel del mar entre 500 y 1000 metros.

1.2.2.- POTENCIA A TRANSPORTAR.

La potencia a transportar corresponderá con la alimentación del centro de transformación, siendo ésta una potencia 630 KVA.

La tensión de la red es de 20KV.

La intensidad de transporte máxima para la que está calculada la línea es:

$$I_{\max} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_0} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 20} = 18,18A$$

En los cálculos justificativos, se demuestra que la intensidad máxima admisible en el conductor utilizado es muy superior a la demandada.

1.2.3.- TRAZADO.

El punto de partida se encuentra en el apoyo AL0 que es un apoyo de alineación tipo 12-C1000 con armado BC-2 propiedad de IBERDROLA.

Se realiza una derivación simple sin maniobra continuando con un tramo de 36 m. en tense reducido hasta el apoyo PL1 (14-C2000).

En el último apoyo nombrado se colocan los seccionadores unipolares bajo la cruceta RC2-20/5.

La línea continúa según el perfil topográfico adjunto, hasta llegar al apoyo final de línea FL20 (12-C2000), no produciéndose derivaciones intermedias e instalándose un juego de cortacircuitos con fusibles de expulsión XS 24 KV en dicho PL20.

Además, es en este apoyo en el que se produce un entronque aéreo-subterráneo que será el punto de inicio para el tramo de línea subterránea, finalizando este en el las celdas de entrada del Centro de Transformación de 630 KVA.

1.2.3.1.- LONGITUD TOTAL Y PARCIAL.

La longitud total de la línea aérea es de 2.872 metros y consta de 20 vanos siendo las distancias parciales las que se indican a continuación:

VANO	APOYOS			DISTANCIA DEL VANO (m)	DISTANCIA AL ORIGEN (m)
1	AL-12C-1000	-	PL-14C-2000	36	36
2	PL-14C-2000	-	AL-18C-1000	120	156
3	AL-18C-1000	-	AG-14C-1000	120	276
4	AG-14C-1000	-	AL-18C-1000	160	436
5	AL-18C-1000	-	AL-14C-1000	100	536
6	AL-14C-1000	-	AL-14C-1000	150	686
7	AL-14C-1000	-	AG-14C-1000	136	822
8	AG-14C-1000	-	AC-16C-1000	120	942
9	AC-16C-1000	-	AC-14C-1000	180	1122
10	AC-14C-1000	-	AC-12C-1000	170	1292
11	AC-12C-1000	-	AC-20C-1000	180	1472
12	AC-20C-1000	-	AG-16C-3000	150	1622
13	AG-16C-3000	-	AL-18C-1000	140	1762
14	AL-18C-1000	-	AC-14C-1000	120	1882
15	AC-14C-1000	-	AC-12C-1000	80	1962
16	AC-12C-1000	-	AC-20C-1000	250	2212
17	AC-20C-1000	-	AG-14C-1000	230	2442
18	AG-14C-1000	-	AL-16C-1000	150	2592
19	AL-16C-1000	-	AL-12C-1000	150	2742
20	AL-12C-1000	-	FL-12C-2000	130	2872

1.2.3.2.- PROVINCIAS Y TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS.

Toda la derivación queda en la provincia de Murcia, en el término Municipal de Librilla.

1.2.3.3.-CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.

Forma de la Corriente.	Alterna trifásica.
Número de Circuitos.	1.
Número de Conductores por Haz.	1.
Tensión nominal entre fases.	20 Kv.
Frecuencia.	50 Hz.
Potencia nominal de la red. (Potencia de cortocircuito).	350 MVA.
Factor de potencia estimado ($\cos\phi$).	0.90.
Longitud total de la línea.	$2.872+125=2.997\text{m.}$

1.2.3.4.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

Los cruzamientos que aparecen en el perfil topográfico y que se analizan con detalle en los cálculos son los definidos en la siguiente tabla.

Nº	PRESCRIPCIÓN ESPECIAL	VANO AFECTADO	DISTANCIA VANO	BREVE DESCRIPCIÓN
1	Paso por zona de árboles.	4	160	El vano atraviesa una zona de arbolado. Estos árboles tienen una altura de 12,5m de alto.
2	Cruce con línea de telecomunicaciones y con una carretera.	11	180	La línea de teléfono tiene una altura de 6m y una separación con el apoyo más cercano a calcular de 14,75m. La carretera está a una distancia de 85m con respecto al apoyo más cercano a calcular.
3	Cruce con L.A.A.T. de 20KV. y con canal Trasvase Tajo Segura.	13	140	La L.A.A.T. tiene una altura de 12m y está separada del apoyo más cercano a calcular de 10 m. El trasvase Tajo segura tiene una anchura de 8m y está a una distancia de 58,40m.
4	Paso por zona de árboles.	17	230	El vano atraviesa una zona de arbolado. Estos árboles son pinos y tienen una altura de 12,5m de alto.

1.2.4.- MATERIALES.

Todo el material, así como los transformadores deberán ser de los tipo homologados por la Compañía Suministradora.

1.2.4.1.- CONDUCTORES.

El conductor a emplear será de Aluminio - Acero, según recomendación UNESA 23401, del tipo LA-56 y de las siguientes características:

Composición.	Al-Ac (1 + 6 alambres).
Sección de Aluminio.	46,80 mm ² .
Sección de Acero.	7,79 mm ² .
Sección total.	54,60 mm ² .
Diámetro aparente.	9,45 mm.
Peso.	0,189 Kg/m.
Carga de rotura.	1.666 Kg.
Coefficiente de dilatación.	19,1 x 10 ⁻⁶ por °C.
Módulo de elasticidad.	8.100 Kg/mm ² .
Resistencia eléctrica a 20°C.	0,614 ohm/Km.
Densidad de corriente máxima.	3,70 A/mm ² .

La densidad de corriente viene determinada por la aplicación del Artículo 22 del R.L.A.T.

1.2.4.2.- AISLAMIENTOS.

Los conductores irán sujetos y aislados por medio de cadenas de suspensión y de amarre con aisladores de vidrio de tipo caperuza y vástago. La composición de estas se definen a continuación:

Cadenas de suspensión. Aislador.

Se utilizarán dos aisladores tipo U70BS por cadena, cuyas características son:

Características mecánicas:

Material.	Vidrio.
Esfuerzo de rotura electromecánica o mecánica.	10.000 N.
Diámetro nominal máximo de la parte aislante.	255 mm.
Paso nominal.	127 mm.
Línea de fuga nominal.	310 mm.
Diámetro del vástago.	16 mm.

Características eléctricas (para dos aisladores):

Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz 1 m.	72 KV.
Tensión 50% bajo onda de choque 1,2/50 μ s	190 KV.

Cadenas de amarre.

Se utilizarán, por cadena, dos aisladores tipo U70BS, cuyas características son:

Características mecánicas:

Material.	Vidrio.
Esfuerzo de rotura electromecánica o mecánica.	10.000 N.
Diámetro nominal máximo de la parte aislante.	255 mm.
Paso nominal.	127 mm.
Línea de fuga nominal.	310 mm.
Diámetro del vástago.	16 mm.

Características eléctricas (para dos aisladores):

Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz 1 m.	72 KV.
Tensión 50% bajo onda de choque 1,2/50 μ s	190 KV.

1.2.4.3.- HERRAJES Y ACCESORIOS.

Todos los herrajes utilizados en la instalación están galvanizados en caliente. Las crucetas serán de tipo normalizado respondiendo a la Recomendación UNESA 6704 A. y normas UNE 17721-36 y 36531.

Los herrajes para cadenas cumplirán con las normas UNE 21009-21073 y 21124.

Los tornillos, tuercas y arandelas cumplirán con las medidas indicadas en la norma DIN 7990 cumpliendo con la norma UNE 17721 y siendo de calidad 5.6.

Las arandelas cumplirán la DIN 7989 e impedirán que la rosca del tornillo se introduzca en ella más del 50% del espesor.

Las tuercas cumplirán la DIN 555.

1.2.4.4.- APOYOS.

Los apoyos estarán contruidos con perfiles laminados de acero cumpliendo con la recomendación UNESA 6702 y norma UNE 36531.

Serán metálicos galvanizados por inmersión en caliente y de la resistencia adecuada al esfuerzo que vayan a soportar con estructura soldada y atornillada.

Los apoyos utilizados, según su colocación y el esfuerzo que soportan, son los que se mencionan a continuación.

APOYOS DE ALINEACIÓN	APOYO ADOPTADO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD n>1,5
AL 2	AL-18C-1000	5,29
AL 4	AL-18C-1000	4,70
AL 5	AL-14C-1000	5,40
AL 6	AL-14C-1000	4,66
AL 13	AL-18C-1000	5,00
AL 18	AL-16C-1000	4,50
AL 19	AL-12C-1000	4,73

APOYOS DE ÁNGULO	APOYO ADOPTADO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD n>1,5
AG 3	AG-14C-1000	4,64
AG 7	AG-14C-1000	2,74
AG 12	AG-16C-3000	2,05
AG 17	AG-14C-1000	1,68

APOYOS DE ANCLAJE	APOYO ADOPTADO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD n>1,5
AC 8	AC-16C-2000	3,58
AC 9	AC-14C-2000	3,58
AC 10	AC-12C-2000	3,58
AC 11	AC-20C-2000	3,58
AC 14	AC-14C-2000	3,58
AC 15	AC-12C-2000	3,58
AC 16	AC-20C-2000	3,58

APOYOS FIN DE LÍNEA	APOYO ADOPTADO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD n>1,5
PL 1	PL-14C-2000	1,80
FL 20	FL-12C-2000	1,80

Esfuerzos y coeficientes de seguridad para apoyos de celosía.

TIPO DE ESFUERZO	ESFUERZOS (daN)	500	1000	2000	3000	4500
NOMINAL	Útil en punta, coincidente con viento. Coeficiente Seguridad = 1,5	500	1000	2000	3000	4500
SECUNDARIO	Disponible en punta, sin viento. Coeficiente Seguridad = 1,5.	610	1115	2120	3125	4630
	Disponible en punta, sin viento. Coeficiente Seguridad = 1,2.	762	1394	2650	3906	5788
TORSIÓN	Tiro en punta de cruceta de 1,50 m. Coeficiente Seguridad = 1,2	700	900	1500	1500	1500
	Tiro en punta de cruceta de 1,50 m. Coeficiente Seguridad = 1,5	560	720	1200	1200	1200
VERTICAL	Esfuerzo vertical coincidente con los anteriores.	600	600	600	800	800

1.2.4.5.- CRUCETAS.

Las crucetas estarán galvanizadas por inmersión en aceite, de estructura soldada y atornillada, correspondiente a un armado del tipo convencional de un circuito horizontal.

Cumplirán las normas particulares de Iberdrola utilizando los armados normalizados para ello.

Para los apoyos de alineación, se utilizarán las crucetas bóveda de alineación (BP), para apoyos de ángulo y de anclaje la cruceta bóveda de ángulo y anclaje BC y para apoyos de principio y final de línea las crucetas rectas RC.

1.2.5.- SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO.

Todos los apoyos llevarán la placa de "Peligro de Muerte" a una altura suficiente para que sea visible y legible desde el suelo, pero sin acceso directo desde el mismo, a una distancia mínima de 2 m.

1.2.6.- TOMAS DE TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán teniendo presente lo establecido en los Art. 12.6 y 26 del R.A.T.

Podrán efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: electrodos de difusión o anillo cerrado.

Electrodos de difusión.

Se dispondrán tantos electrodos de difusión como sean necesarios. Los electrodos se conectarán entre si y al apoyo y estarán separados uno de otro vez y media como mínimo de la longitud de uno de ellos. El extremo superior de cada electrodo quedará al menos a 0,50 mts. por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Anillo cerrado.

La realización de la puesta a tierra mediante anillo, se efectuará enterrando el anillo a 0,50 mts. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de la cimentación.

Los conductores de conexión a tierra cumplirán lo dispuesto en el Apartado 6 del Art. 12 y 1 del Art. 8 del R.A.T.

1.2.7.- PROTECCIÓN Y MANIOBRA.

En el apoyo PL1 de la L.A.A.T. se dispondrán de tres seccionadores unipolares 24 Kv para desconexión de la línea derivada objeto del presente proyecto, de las siguientes características:

Tensión de aislamiento.	24 KV
Intensidad nominal.	400 A
Tensión soportada a masa.	136 KV
Poder de cierre y apertura.	5 A

En el apoyo anterior al entronque aéreo-subterráneo se instalarán tres cortacircuitos seccionadores de intemperie, con fusibles de expulsión XS-200A/24kV, visibles desde éste, de las siguientes características:

Tensión de aislamiento.	24 KV
Intensidad nominal.	200 A
Tensión de ensayo al choque.	150 KV
Capacidad de interrupción en c/c trifásico simétrico 24 Kv	7.100 A

En el apoyo del entronque aéreo-subterráneo, se instalarán unos pararrayos autovalvulares de resistencia variable, de características 24 Kv de tensión más elevada y 5 KA de corriente de descarga nominal, de las siguientes características:

Tensión de aislamiento.	24 KV
Corriente de carga nominal.	5 KA
Nivel de protección.	80 KV
Tensión residual.	80 KV

1.2.8.- CIMENTACIÓN DE APOYOS.

Se realizará con hormigón de la siguiente composición por m³:

- 150 Kg. de cemento Portland.
- 900 litros de gravilla de río o cantera, limpia de composición granítica o caliza compacta.
Su tamaño será entre 1 y 6 cm. de diámetro.
- 450 litros de arena viva y limpia, de grueso no superior a 4 mm. debiendo contener granos intermedios.
- 150 litros de agua.

Podría emplearse gravos (arena y grava mezclada), con la condición que esté exenta de tierra y materias extrañas y tanto la arena como la grava tengan aproximadamente las dimensiones estipuladas y estén en la proporción anteriormente fijada.

Trabajando a mano el hormigón se volteará tres veces la mezcla seca de cemento, gravilla y arena, hasta que la mezcla adquiera un tono uniforme, se añadirá agua poco a poco volteándose dos veces hasta alcanzar la pastosidad requerida.

El hormigón se colocara debidamente apisonado.

Las dimensiones de las cimentaciones de los apoyos serán las siguientes:

CIMENTACIÓN					
Nº APOYO	APOYO	BASE CUADRADA (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN (m3)	VOLUMEN DE HORMIGÓN (m3)
1	AL-12C-1000	1	1,99	1,99	2,14
2	PL-14C-2000	1,08	2,37	2,76	2,93
3	AL-18C-1000	1,23	2,2	3,33	3,55
4	AG-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
5	AL-18C-1000	1,23	2,2	3,33	3,55
6	AL-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
7	AL-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
8	AG-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
9	AC-16C-2000	1,15	2,43	3,22	3,41
10	AC-14C-2000	1,08	2,37	2,76	2,93
11	AC-12C-2000	1,00	2,30	2,30	2,44
12	AC-20C-2000	1,31	2,54	4,36	4,61
13	AG-16C-3000	1,16	2,64	3,56	3,75
14	AL-18C-1000	1,23	2,2	3,33	3,55
15	AC-14C-2000	1,08	2,37	2,76	2,93
16	AC-12C-2000	1,00	2,30	2,30	2,44
17	AC-20C-2000	1,31	2,54	4,36	4,61
18	AG-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
19	AL-16C-1000	1,15	2,13	2,82	3,01
20	AL-12C-1000	1	1,99	1,99	2,14

CAPITULO III

1.3.- ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO.

La red de la cual alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo a la tensión de 20 KV y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida es de 350 MVA. lo que equivale a 10 KA. eficaces, según datos proporcionados por la Compañía Suministradora.

En el apoyo aéreo-subterráneo previo al transformador se instalarán unos pararrayos autovalvulares de resistencia variable, de características 24 Kv de tensión más elevada y 5 kA de corriente de descarga nominal, de las siguientes características:

Tensión de aislamiento:	24 Kv
Corriente carga nominal:	5 kA
Nivel de protección:	80 kV
Tensión residual:	80 Kv

El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, ira protegido con un tubo de acero galvanizado, que se empotrara en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel de terreno un mínimo de 2,5m. En el tubo se alojaran las tres fases y su diámetro interior será 1,5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 150 mm.

CAPITULO IV

1.4.- LINEA SUBTERRANEA M.T.

1.4.1.- TRAZADO.

La línea subterránea comienza en el entronque aéreo-subterráneo practicado a una distancia del origen de 2.872m. entrando a las celdas de alta y dando suministro al Centro de Transformación de 630KVA.

1.4.2.- MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos aceptados por Iberdrola.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de 24 KV (aislamiento pleno).

Los materiales siderúrgicos serán de Acero A-42. Estarán galvanizados con recubrimiento de zinc de 0.5 Kg/m² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO₄Cu al 20 %, de una densidad de 1.18 a 18°C, sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

Las principales características que deberán soportar estos materiales son:

Tensión nominal	12/20 Kv	18/30 Kv
Tensión más elevada	24 Kv	36 Kv
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125 Kv	170 Kv
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50 Kv	70 Kv

1.4.2.1.- CONDUCTORES.

La línea subterránea constará de tres cables unipolares de características definidas y aceptados por Iberdrola.

El tipo de cable utilizado en este proyecto es el

HEPRZ1, Sección 240mm² y Sección de pantalla de 16mm².

Características mecánicas del cable.

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

Características eléctricas del conductor.

SECCIÓN (mm ²)	TENSIÓN NOMINAL KV	RESISTENCIA MÁXIMA a 105°C Ω/KM	RESISTENCIA POR FASE Ω/KM	CAPACIDAD μF/KM
150 <u>240</u> 400	<u>12/20</u>	0,277 <u>0,169</u> 0,107	0,112 <u>0,105</u> 0,098	0,368 <u>0,453</u> 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

A una temperatura máxima en servicio permanente 105°C

A una temperatura máxima en cortocircuito t<5s 250°C

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento son.

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 siendo estas intensidades máximas permanentes admisibles.

TENSIÓN NOMINAL U ₀ /U _{Kv}	SECCIÓN mm ²	INTENSIDAD 3 UNIPOLARES
<u>12/20</u>	150	330
	<u>240</u>	<u>435</u>
	400	560
18/30	150	330
	240	435
	400	560

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

TIPO DE AISLAMIENTO	TENSIÓN KV	SECCIÓN mm ²	DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (s)								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	<u>12/20</u> 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		<u>240</u>	<u>71,5</u>	<u>51,1</u>	<u>41,2</u>	<u>31,9</u>	<u>22,5</u>	<u>18,4</u>	<u>15,8</u>	<u>14,1</u>	<u>12,9</u>
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Las Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas de cobre son.

SECCIÓN PANTALLA mm ²	DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (s)								
	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
----	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

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 semiconductor exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1)
- Temperatura inicial pantalla: 70°C
- Temperatura final pantalla: 180°C.

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

1.4.3.- AISLAMIENTOS, HERRAJES, EMPALMES, CONEXIONES Y PROTECCIÓN.

Botellas terminales.

Se utilizarán las botellas terminales siguientes:

Tipo Cable	SS MT
Aislamiento	Seco EPR
Botella terminal	TSI-38-C
Mezcla de relleno	R- 80
Marca	Pirelli.

Empalmes y conexiones.

Para el cable subterráneo se empleará el mixto para cable de aislamiento seco de 240 mm² y 3p de 95 mm².

Protección.

En la línea subterránea se instalarán:

- *Cortacircuitos seccionadores de intemperie con fusible de expulsión (1410/3219/0101).*

Sus principales características son:

Tensión más elevada	24 Kv	
Intensidad nominal de la base	200 A.	
Nivel de aislamiento nominal.	➤ A frecuencia industrial 1 min.	50 Kv (eficaz).
	➤ A impulsos tipo rayo.	140 Kv (cresta).
Nivel de aislamiento para distancia de seccionamiento.	➤ A frecuencia industrial 1 min.	60 Kv (eficaz).
	➤ A impulsos tipo rayo.	180 Kv (cresta).
	➤ Accionamiento.	Mediante pértigas.
Valores nominales de fusible.	➤ Tensión máxima.	24 Kv (eficaz).
	➤ Poder de corte nominal.	8 KA.

- *Pararrayos de resistencia variable (autoválvulas) (1410/3213 /0101).*
Sus principales características son:

Tensión más elevada	24 KV
Corriente de descarga nominal	5 A.

- *Electrodos de puesta a tierra y grapas de conexión (1410/3000/0101 y 1410/3001/0101).*
Estarán constituidos por varillas cilíndricas acoplables de acero revestidas de una 1 capa de cobre.
En su conexión con las líneas de enlace con tierra se utilizarán grapas de conexión.

1.4.4.- ZANJA

La red de M.T. será subterránea, en zanja de las medidas indicadas en planos, con una profundidad mínima de 80 cm y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo 50 cm. En terrenos de dominio público discurrirá bajo acera.

La zanja estará compuesta por cama de 10 cm de arena lavada, de granulometría comprendida entre 0,2 y 3 mm, exenta de sustancias orgánicas, arcillas o partículas terrosas, sobre la que se tenderán los cables a instalar. Capa de arena de las mismas características con un espesor mínimo de 25 cm, sobre la que se colocará un tubo de doble capa de PE Ø 160 y placa cubre cables para protección mecánica, de PVC 25x100 cm y características descritas en la NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación, de 25 cm de espesor, exenta de piedras o cascotes, apisonada por medios manuales. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 10 cm y 30 cm de la parte superior del cable, se colocará una cinta de señalización por terna, de características descritas en la NI 29.00.01. Para finalizar, se rellenará la zanja tierra de la excavación, o zahorras si el pavimento lo requiere, para su apisonado y compactación por medios mecánicos.

Los cruzamientos de calzadas serán entubados, perpendiculares al eje de la misma, en zanja de 80 cm de profundidad, o suficiente para que los tubos situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, y 0,35 cm de ancho para la colocación de un tubo de doble capa de PE Ø 160, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. La disposición será de 5 cm de solera de limpieza H-175, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos en planos y capa de H-175 de 5cm por encima de los tubos, envolviéndolos completamente. El relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, se hará con hormigón ciclópeo H-175 u hormigón en masa H-250 si no hay piedra disponible.

El resto de características, cruces, paralelismos, etc., se realizará de acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares de la Compañía Suministradora y los Organismos Públicos afectados.

CAPITULO V

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

1.5.1.- 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.

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.

1.5.2.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400/230 V, con una potencia máxima simultánea de 380 Kw

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 630 KVA.

5.3.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .

1.5.3.1.- JUSTIFICACIÓN DE NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.

1.5.3.2.- 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.

1.5.3.2.1.- 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 mono bloque, 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.

- N° de transformadores: 1.
- N° reserva de celdas: 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.

1.5.3.3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

1.5.3.3.1.- 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.

1.5.3.3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

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

Celdas CGM cosmos

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.

1.5.3.3.- 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.

1.5.3.3.4.- 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
- 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 Kv
- Capacidad de corte: 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: 3x40 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
- Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
- Capacidad de corte. Corriente principalmente activa: 400 A

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

➤ 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: 15 - 30/5 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 630 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

1.5.3.3.5.- 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 aparata 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 800 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: 580 mm
 - Anchura: 300 mm
 - Fondo: 1820 mm

1.5.3.3.6.- 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 aparatamenta.

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 3xfase + 2xneutro.

Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

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.

1.5.3.4.- MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

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

1.5.3.5.- 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 (I0).

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.

1.5.3.6.- PUESTA A TIERRA.

1.5.3.6.1.- 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

1.5.3.6.2.- 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.

1.5.3.7.- 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.

Cartagena, 31 Julio de 2008.

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

D. JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ

CÁLCULOS

CAPITULO I

2.1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA.

2.1.1.- INTENSIDAD NOMINAL DE DISEÑO.

El cálculo de la intensidad nominal para el diseño de esta línea de alta tensión, objeto de este proyecto, se obtiene resolviendo la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_0 \cdot \cos \varphi}$$

- I_n \equiv Intensidad nominal compuesta en A .
- P \equiv Potencia activa transportada en KW .
- U_0 \equiv Tensión compuesta en cabeza de línea expresada en KV .
- $\cos \varphi$ \equiv Factor de potencia.

La potencia aparente del transformador es:

$$S = 630 \text{ KVA}$$

Consideraremos, para este proyecto, un factor de potencia de:

$$\cos \varphi = 0,9$$

De este factor de potencia obtenemos el ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad. Este ángulo de desfase tiene como valor:

$$\varphi = a \cos(0,9) = 25,84^\circ$$

Aplicando estos valores obtendremos una potencia activa de:

$$P = S \cdot \cos \varphi = 630 \cdot 0,9 = 567 \text{ KW}$$

La intensidad nominal para el diseño de este proyecto tendrá un valor de:

$$I_n = \frac{567}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 0,9} = 18,18 \text{ A}$$

2.1.2.- DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE.

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 el conductor aéreo denominado LA-56, utilizado en nuestro proyecto, dicho valor es:

$$\sigma = 3,7 \frac{A}{mm^2}$$

Por lo tanto si su sección es de:

$$S = 54,60 mm^2$$

Su intensidad máxima admisible será:

$$I_{L_{Amax}} = \sigma \cdot S = 3,7 \cdot 54,6 = 202,02 \text{ A}$$

2.1.3.- RESISTENCIA.

Las pruebas realizadas, por el fabricante, al conductor LA-56 nos dicen que su resistencia óhmica por kilómetro tiene un valor:

$$R_{LA} = 0,61 \frac{\Omega}{Km}$$

La longitud de la línea aérea de alta tensión es:

$$l_{LA} = 2,552 Km$$

En este proyecto la resistencia total de la línea aérea de alta tensión será:

$$R_{T-LA} = R_{LA} \cdot l_{LA} = 0,409 \cdot 2,552 = 1,043 \Omega$$

2.1.4.- REACTANCIA APARENTE.

La reactancia aparente de la línea viene expresada por la siguiente fórmula:

$$X_{LA} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

- $X_{LA} \equiv$ Reactancia Aparente en Ω/Km .
- $f \equiv$ Frecuencia de la red en Hz .
- $L \equiv$ Coeficiente de autoinducción en H/Km .

Para el cálculo del coeficiente de autoinducción “L” utilizamos la formula:

$$L = \left(0,5 + 4,605 \cdot \log \frac{D}{R} \right) \cdot 10^{-4}$$

- $L \equiv$ Coeficiente de autoinducción en H/Km .
- $D \equiv$ Separación media geométrica entre conductores en mm .
- $R \equiv$ Radio del conductor en mm .

La separación media geométrica entre conductores “D”, expresada en milímetros, viene determinada por:

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

- $D \equiv$ Separación media geométrica entre conductores en mm .
- $d_1 \equiv$ distancia entre el conductor situado en el exterior y el situado en el centro expresada en mm .
- $d_2 \equiv$ distancia entre el conductor situado en el exterior y el situado en el centro expresada en mm .
- $d_3 \equiv$ distancia entre conductores exteriores expresada en mm .

Estas nuevas variables (d_1, d_2 y d_3) relaciona las distancias entre conductores proporcionadas por las crucetas elegidas y representadas en los planos.

Las crucetas utilizadas en los apoyos de alineación tienen como distancias

- $d_1 = 1.750 \text{ mm}$
- $d_2 = 1.750 \text{ mm}$
- $d_3 = 3.380 \text{ mm}$

D tendrá un valor :

$$D = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3} = 2.205 \text{ mm}$$

Sustituyendo resultados de las variables calculadas en la expresión del coeficiente de autoinducción:

$$L = \left(0,5 + 4,605 \cdot \log \frac{2.205}{4,168} \right) \cdot 10^{-4} = 0,0013 \frac{H}{Km}$$

El valor de la reactancia aparente es por tanto:

$$X_{LA} = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,0013 = 0,409 \frac{\Omega}{Km}$$

La reactancia aparente total de la línea aérea de alta tensión será:

$$X_{T-LA} = X \cdot l = 0,409 \cdot 2,552 = 1,043 \Omega$$

2.1.5.- CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión será función de la impedancia total de la línea, es decir, teniendo en cuenta su resistencia y su reactancia, pero sin considerar los efectos que producen la capacitancia y la perditanca en dicha línea.

Esta caída de tensión viene expresada por:

$$\Delta U_{LA} = I_n \cdot l_{LA} \cdot Z_{LA} = I_n \cdot l_{LA} \cdot (R_{LA} \cdot \cos \varphi + X_{LA} \cdot \text{sen} \varphi)$$

-
- $\Delta U_{LA} \equiv$ Caída de la tensión compuesta en el tramo de línea aérea en V .
- $I_n \equiv$ Intensidad nominal de la línea en A .
- $Z_{LA} \equiv$ Impedancia de la línea aérea en Ω/km .
- $R_{LA} \equiv$ Resistencia por fase de la línea aérea en Ω/km .
- $\varphi \equiv$ Angulo de desfase en grados sexagesimales.
- $l_{LA} \equiv$ Longitud de la línea aérea de alta tensión en Km .
- $X_{LA} \equiv$ Reactancia por fase en Ω/km .

Sustituyendo los datos en la formula, se obtiene una caída de tensión de valor:

$$\Delta U_{LA} = 18,18 \cdot 2,552 \cdot (0,61 \cdot 0,9 + 0,409 \cdot 0,435) = 33,72V$$

La caída de tensión en tanto por ciento se obtiene utilizando la fórmula:

$$\Delta U_{LA} \% = \frac{P \cdot l_{LA}}{10 \cdot U_0^2 \cdot \cos \varphi} (R_{LA} \cdot \cos \varphi + X_{LA} \cdot \operatorname{tg} \varphi) = \frac{P \cdot l_{LA}}{10 \cdot U_0^2} (R_{LA} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

- $\Delta U_{LA} \%$ \equiv Caída de la tensión compuesta del tramo de línea aérea en %.
- P \equiv Potencia activa transportada en KW .
- l_{LA} \equiv Longitud de la línea aérea de alta tensión en Km .
- U_0 \equiv Tensión compuesta en cabeza del tramo de línea aérea expresada en KV .
- R_{LA} \equiv Resistencia del conductor LA-56 en Ω/Km .
- $\cos \varphi$ \equiv Factor de potencia.
- X_{LA} \equiv Reactancia del conductor LA-56 en Ω/Km .
- $\operatorname{tg} \varphi$ \equiv Tangente del ángulo de desfase en grados sexagesimales.

Sustituyendo:

$$\Delta U_{LA} \% = \frac{567 \cdot 2,552}{10 \cdot 20^2 \cdot 0,9} (0,61 \cdot 0,9 + 0,409 \cdot 0,484) = 0,3\%$$

Debido a esta caída de tensión, la tensión inicial y final del tramo aéreo no coincidirán.

Estas tensiones se obtienen de la siguiente forma:

$$U_0 - U_1 = \Delta U_{LA}$$

- U_0 \equiv Tensión compuesta en cabeza del tramo de línea aérea expresada en KV .
- U_1 \equiv Tensión compuesta de línea al final del tramo aéreo expresada en KV .
- ΔU_{LA} \equiv Caída de la tensión compuesta en el tramo de línea aérea en KV .

La tensión al final del tramo aéreo será de:

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{LA} = 20 - 0,03125 = 19,968KV$$

2.1.6.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.

La potencia que puede transportar la línea aérea está limitada atendiendo a dos condiciones fundamentales:

1. La intensidad máxima admisible que puede soportar el conductor.
2. Caída de tensión producida por en la línea. Esta dependerá de la longitud del tramo de línea, no debiendo exceder dicha caída de tensión del 5%.

2.1.6.1.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.

La potencia máxima a transportar por el conductor LA-56 viene limitada por la intensidad máxima admisible que este puede soportar.

Para conocer dicha potencia utilizaremos:

$$P_{LA_{m\acute{a}x}} = \sqrt{3} \cdot U_0 \cdot I_{LA_{m\acute{a}x}} \cdot \cos \varphi$$

- $P_{LA_{max}}$ \equiv Potencia máxima a transportar por el conductor LA-56 en KW .
- U_0 \equiv Tensión compuesta en cabeza del tramo de línea aérea expresada en KV .
- $I_{LA_{max}}$ \equiv Intensidad máxima admisible por el conductor LA-56, medida en A .
- $\cos \varphi$ \equiv Factor de potencia.

La potencia máxima que nos permite transportar el LA-56 es:

$$P_{LA_{m\acute{a}x}} = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 202 \cdot 0,9 = 6.297,73 \text{ KW}$$

Recordando que la potencia transportada en este proyecto era:

$$P = S \cdot \cos \varphi = 630 \cdot 0,9 = 567 \text{ KW}$$

- P \equiv Potencia activa transportada en KW .
- S \equiv Potencia aparente expresada en KVA .

Como se puede apreciar, la potencia máxima que nos permite transportar el conductor aéreo LA-56 es superior que la potencia transportada en este proyecto.

$$(P_{LA_{m\acute{a}x}} = 6.297,73 \text{ KW}) > (P = 567 \text{ KW})$$

2.1.6.2.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión máxima que nos permite la compañía es del 5%.

La potencia que puede transportar la línea dependiendo de la longitud y la caída de tensión producida la obtenemos resolviendo la formula:

$$P_{LA_{max}} = \frac{10 \cdot U_0^2}{(R_{LA} + X_{LA} \cdot \text{tg} \varphi) I_{LA}} \cdot \Delta U_{\max} \%$$

- $P_{LA_{max}}$ \equiv Potencia máxima a transportar por el conductor LA-56 en KW .
 - U_0 \equiv Tensión compuesta en cabeza del tramo de línea aérea expresada en KV .
 - R_{LA} \equiv Resistencia por fase de la línea aérea en Ω/km .
 - X_{LA} \equiv Reactancia por fase en Ω/km .
 - $\Delta V_{\max} \%$ \equiv Caída de tensión máxima permitida por la compañía expresada en %.
- Sustituyendo las variables conseguimos una potencia máxima de transporte de:

$$P_{LA_{max}} = \frac{10 \cdot 20^2}{(0,61 + 0,409 \cdot 0,484) \cdot 2,552} \cdot 5 = 9.699,77 \text{ KW}$$

Se considerará como potencia máxima admisible en el conductor LA-56 la siguiente:

$$\diamond \text{ Conductor LA-56: } P_{LA_{max}} = 6.297,73KW.$$

2.1.7.- PÉRDIDAS DE POTENCIA.

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea eléctrica vienen dadas por la fórmula:

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

En el LA-56, la pérdida de potencia será:

$$\Delta P_{LA} = 3 \cdot R_{LA} \cdot l_{LA} \cdot I^2$$

- ΔP_{LA} \equiv Pérdida de potencia en la línea aérea expresada en W .
- R_{LA} \equiv Resistencia por fase de la línea aérea en Ω/km .
- l_{LA} \equiv Longitud de la línea aérea de alta tensión en Km .
- I_n \equiv Intensidad nominal de la línea en A .

Valiendo esta:

$$\Delta P_{LA} = 3 \cdot 0,61 \cdot 2,552 \cdot 18,18^2 = 1543,54W$$

La pérdida de potencia producida en la línea aérea debida al efecto Joule expresada en % viene definida por:

$$\Delta P_{LA} \% = \frac{P \cdot L_{LA} \cdot R_{LA}}{10 \cdot U_0^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

- $\Delta P_{LA} \%$ \equiv Pérdida de potencia en la línea aérea expresada en %.
- R_{LA} \equiv Resistencia por fase de la línea aérea en Ω/km .
- l_{LA} \equiv Longitud de la línea aérea de alta tensión en Km .
- U_0 \equiv Tensión compuesta en cabeza del tramo de línea aérea expresada en KV .
- $\cos \varphi$ \equiv Factor de potencia.

Dando como resultado:

$$\Delta P_{LA} \% = \frac{567 \cdot 2,552 \cdot 0,61}{10 \cdot 20^2 \cdot 0,9^2} = 0,272\%$$

2.1.8.- OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

Dada la pequeña importancia que en las líneas de 3ª categoría presentan los valores medios de perditanancia y susceptancia, no se considera necesario proceder a su cálculo.

CAPÍTULO II

2.2.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.

2.2.1.- INTENSIDAD NOMINAL DE DISEÑO.

El cálculo de la intensidad nominal para el diseño de esta línea de alta tensión, objeto de este proyecto, se obtiene resolviendo la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_0 \cdot \cos \varphi}$$

- I_n \equiv Intensidad nominal compuesta en A .
- P \equiv Potencia activa transportada en KW .
- U_0 \equiv Tensión compuesta en cabeza de línea expresada en KV .
- $\cos \varphi$ \equiv Factor de potencia.

La potencia aparente del transformador es:

$$S = 630 \text{ KVA}$$

Consideraremos, para este proyecto, un factor de potencia de:

$$\cos \varphi = 0,9$$

De este factor de potencia obtenemos el ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad. Este ángulo de desfase tiene como valor:

$$\varphi = a \cos(0,9) = 25,84^\circ$$

Aplicando estos valores obtendremos una potencia activa de:

$$P = S \cdot \cos \varphi = 630 \cdot 0,9 = 567 \text{ KW}$$

La intensidad nominal para el diseño de este proyecto tendrá un valor de:

$$I_n = \frac{567}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 0,9} = 18,18 \text{ A}$$

2.2.2.- DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE.

El conductor HEPRZ1, que es el que utilizaremos en la línea subterránea, soporta una intensidad máxima, según el fabricante, de:

$$I_{LS \max} = 435 \text{ A}$$

Este conductor tiene una sección de :

$$S = 240 \text{ mm}^2$$

La densidad máxima de corriente tendrá un valor de:

$$\sigma = \frac{I_{LA \max}}{S} = \frac{435}{240} = 1,81 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

2.2.3.- RESISTENCIA.

En el caso del conductor HEPRZ1, la resistencia que se obtiene de las pruebas realizadas por el fabricante es de:

$$R_{LS} = 0,169 \frac{\Omega}{Km}$$

Y la longitud de la línea subterránea de alta tensión es:

$$l_{LS} = 0,05 Km$$

La resistencia total de la línea subterránea de alta tensión será por tanto:

$$R_{T-LA} = R_{LS} \cdot l_{LS} = 0,169 \cdot 0,05 = 0,00845 \Omega$$

2.2.4.- REACTANCIA APARENTE.

Según el fabricante, el conductor HEPRZ1 tiene una reactancia aparente de:

$$X_{LS} = 0,105 \frac{\Omega}{Km}$$

Su reactancia aparente total valdrá:

$$X_{T-LA} = X_{LS} \cdot l_{LS} = 0,105 \cdot 0,05 = 0,00525 \Omega$$

2.2.5.- CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión, al igual que en la línea aérea, será función de la impedancia total de la línea, es decir, dependerá de su resistencia y su reactancia, pero sin considerar los efectos que producen la capacitancia y la perditancia en dicha línea.

La intensidad nominal es constante, no obstante, la tensión inicial de este tramo subterráneo ha quedado reducida debido a la caída de tensión existente en el tramo de la línea aérea.

La caída de tensión producida en la línea aérea y calculada anteriormente es:

$$\Delta U_{LA} = 33,72V$$

Esta caída de tensión origina una disminución de tensión que se calcula a partir de:

$$U_0 - U_1 = \Delta U_{LA}$$

- U_0 \equiv Tensión compuesta en cabeza del tramo de línea aérea expresada en KV .
- U_1 \equiv Tensión compuesta de línea al final del tramo aéreo expresada en KV .

- $\Delta U_{LA} \equiv$ Caída de la tensión compuesta en el tramo de línea aérea en KV.

Siendo la tensión al final del tramo aéreo, es decir en el punto de entronque aéreo subterráneo de:

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{LA} = 20 - 0,03372 = 19,966KV$$

Esta caída de tensión viene expresada por:

$$\Delta U_{LS} = I_n \cdot l_{LS} \cdot Z_{LS} = I_n \cdot l_{LS} \cdot (R_{LS} \cdot \cos\varphi + X_{LS} \cdot \text{sen}\varphi)$$

- $\Delta U_{LS} \equiv$ Caída de la tensión compuesta en el tramo de línea subterránea en V.
- $I_n \equiv$ Intensidad nominal de la línea en A.
- $Z_{LS} \equiv$ Impedancia de la línea subterránea en Ω/km .
- $R_{LS} \equiv$ Resistencia por fase de la línea subterránea en Ω/km .
- $\varphi \equiv$ Angulo de desfase en grados sexagesimales.
- $l_{LS} \equiv$ Longitud de la línea subterránea de alta tensión en Km.
- $X_{LS} \equiv$ Reactancia por fase en Ω/km .

Sustituyendo los datos en la formula, se obtiene una caída de tensión de valor:

$$\Delta U_{LS} = 18,18 \cdot 0,05 \cdot (0,169 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,435) = 0,179V$$

La caída de tensión en tanto por ciento se obtiene utilizando la fórmula:

$$\Delta U_{LS} \% = \frac{P \cdot l_{LS}}{10 \cdot U_1^2 \cdot \cos\varphi} (R_{LS} \cdot \cos\varphi + X_{LS} \cdot \text{tg}\varphi) = \frac{P \cdot l_{LS}}{10 \cdot U_1^2} (R_{LS} + X \cdot \text{tg}\varphi)$$

- $\Delta U_{LS} \% \equiv$ Caída de la tensión compuesta en el tramo de línea subterránea en %.
- P \equiv Potencia activa transportada en KW.
- $l_{LS} \equiv$ Longitud de la línea subterránea de alta tensión en Km.
- $U_1 \equiv$ Tensión compuesta de línea al final del tramo aéreo expresada en KV.
- $R_{LS} \equiv$ Resistencia del conductor HEPRZ1 en Ω/Km .
- $\cos\varphi \equiv$ Factor de potencia.
- $X_{LS} \equiv$ Reactancia del conductor HEPRZ1 en Ω/Km .
- $\text{tg}\varphi \equiv$ Tangente del ángulo de desfase en grados sexagesimales.

Sustituyendo:

$$\Delta U_{LS} \% = \frac{567 \cdot 0,05}{10 \cdot 19,966^2 \cdot 0,9} (0,169 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,484) = 0,0016\%$$

Debido a esta caída de tensión, la tensión inicial y final del tramo de línea subterránea de alta tensión no coincidirán.

Esta tensión final se obtiene con la siguiente fórmula:

$$U_1 - U_f = \Delta U_{LS}$$

- U_1 \equiv Tensión compuesta de línea al final del tramo aéreo expresada en KV.
- U_f \equiv Tensión compuesta final de línea subterránea expresada en KV.
- ΔU_{LS} \equiv Caída de la tensión compuesta en el tramo de línea subterránea en KV.

La tensión al final del tramo subterráneo será de:

$$U_f = U_1 - \Delta U_{LS} = 19,966 - 0,000179 = 19,965KV$$

2.2.6.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.

La potencia que puede transportar la línea aérea está limitada atendiendo a dos condiciones fundamentales:

3. La intensidad máxima admisible que puede soportar el conductor.
4. Caída de tensión producida por en la línea. Esta dependerá de la longitud del tramo de línea, no debiendo exceder dicha caída de tensión del 5%.

2.2.6.1.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.

Para el conductor subterráneo HEPRZ1, la potencia máxima a transportar vendrá también limitada por la intensidad máxima admisible.

Para conocer dicha potencia utilizaremos:

$$P_{LSm\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_{LSm\acute{a}x} \cdot \text{Cos}\varphi$$

- $P_{LSm\acute{a}x}$ \equiv Potencia máxima a transportar por el conductor HEPRZ1 en KW.
- U_1 \equiv Tensión compuesta de línea al final del tramo aéreo expresada en KV.
- $I_{LSm\acute{a}x}$ \equiv Intensidad máxima admisible por el conductor HEPRZ1 en A.
- $\text{cos}\varphi$ \equiv Factor de potencia.

La potencia máxima que nos permite transportar el HEPRZ1 es:

$$P_{LSm\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot 19,966 \cdot 435 \cdot 0,9 = 13.538,90KW$$

Recordando que la potencia transportada era:

$$P = S \cdot \text{cos}\varphi = 630 \cdot 0,9 = 567 KW$$

- P \equiv Potencia activa transportada en KW.
- S \equiv Potencia aparente expresada en KVA.

Como se puede apreciar, en este caso también se cumple que la potencia máxima que nos permite transportar el conductor subterráneo HERPZ1 es mucho superior que la potencia transportada en este proyecto.

$$(P_{LSm\acute{a}x} = 13.540,25KW) > (P = 567KW)$$

2.2.6.2.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión máxima que nos permite la compañía es del 5%.

La potencia que puede transportar el conductor HEPRZ1 dependiendo de la longitud y la caída de tensión producida la obtenemos resolviendo la formula:

$$P_{LSmax} = \frac{10 \cdot U_1^2}{(R_{LS} + X_{LS} \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot I_{LS}} \cdot \Delta U_{max} \%$$

- P_{LSmax} \equiv Potencia máxima a transportar por el conductor HEPRZ1 en KW .
- U_1 \equiv Tensión compuesta de línea al final del tramo aéreo expresada en KV .
- R_{LS} \equiv Resistencia por fase de la línea subterránea en Ω/km .
- X_{LS} \equiv Reactancia del conductor HEPRZ1 expresada en Ω/km .
- $\Delta V_{max} \%$ \equiv Caída de tensión máxima permitida por la compañía expresada en $\%$.

Sustituyendo las variables conseguimos una potencia máxima de transporte de:

$$P_{LSmax} = \frac{10 \cdot 19,966^2}{(0,169 + 0,105 \cdot 0,484) \cdot 0,05} \cdot 5 = 1,8134 MW$$

Se considerará como potencia máxima admisible en el conductores la siguiente:

$$\diamond \text{ Conductor HEPRZ1: } P_{LSmax} = 13.540,25 KW.$$

2.2.7.- PÉRDIDAS DE POTENCIA.

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea eléctrica vienen dadas por la fórmula:

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

En el conductor HEPRZ1, dicha pérdida de potencia es:

$$\Delta P_{LS} = 3 \cdot R_{LS} \cdot l_{LS} \cdot I_n^2$$

- ΔP_{LS} \equiv Pérdida de potencia en la línea subterránea expresada en W .
- R_{LS} \equiv Resistencia por fase de la línea subterránea en Ω/km .
- l_{LS} \equiv Longitud de la línea aérea de alta tensión en Km .
- I_n \equiv Intensidad nominal de la línea en A .

Valiendo esta:

$$\Delta P_{LS} = 3 \cdot 0,169 \cdot 0,05 \cdot 18,18^2 = 8,378 W$$

En el caso del conductor HERPZ1, la pérdida de potencia producida y expresada en % es:

$$\Delta P_{LS} \% = \frac{P \cdot L_{LS} \cdot R_{LS}}{10 \cdot U_1^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

- $\Delta P_{LS} \% \equiv$ Pérdida de potencia en la línea subterránea expresada en %.
- $R_{LS} \equiv$ Resistencia por fase de la línea subterránea en Ω/km .
- $L_{LS} \equiv$ Longitud de la línea subterránea de alta tensión en Km .
- $U_1 \equiv$ Tensión compuesta de línea al final del tramo aéreo expresada en KV .
- $\cos \varphi \equiv$ Factor de potencia.

Dando como resultado:

$$\Delta P_{LA} \% = \frac{567 \cdot 0,05 \cdot 0,169}{10 \cdot 19,966^2 \cdot 0,9^2} = 0,001\%$$

2.2.8.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito es necesario conocer la potencia de cortocircuito 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:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{U_1 \cdot \sqrt{3}}$$

- $I_{CC} \equiv$ Intensidad de cortocircuito en KA .
- $S_{CC} \equiv$ Potencia de cortocircuito en MVA .
- $U_1 \equiv$ Tensión compuesta de línea en el punto de entronque aéreo subterráneo en KV .

Esta potencia es dada por la compañía y para este proyecto esta potencia de cortocircuito es:

$$S_{cc} = 350MVA$$

Esta intensidad de cortocircuito valdrá:

$$I_{cc} = \frac{350}{19,966 \cdot \sqrt{3}} = 10,12KA$$

Suponiendo que el tiempo de duración del cortocircuito es de 3 segundos, la intensidad que puede soportar el cable en condiciones

Es por tanto que se confirma que es válido el conductor HERPZ1 con sección de $240mm^2$

CAPITULO III

2.3.- CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN.

La altitud media de la línea a proyectar es de 580 metros siendo esta superior a 500 m. e inferior a 1000 m. Es por esto que aplicaremos los cálculos correspondientes a la zona B para líneas de 3ª categoría, es decir, tensión inferior a 30 KV, según especifica el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

2.3.1.- CONDUCTORES.

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

- a) 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.

Para que los conductores tengan el coeficiente de seguridad deseado ante las condiciones más desfavorables previstas en el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, Artículo 27, apartado 1, calcularemos los valores de las flechas que tomará el conductor para diferentes valores del vano en el momento del tendido al construir la línea, así como la flecha máxima teórica, para con ella determinar la altura de los apoyos.

Vanos.

En la siguiente tabla se detalla el tipo de apoyos diseñados, las longitudes de cada uno de los vanos y las distancias existentes entre el origen y apoyos.

VANO	APOYOS		DISTANCIA DEL VANO (m)	DISTANCIA AL ORIGEN (m)
1	AL-12C-1000	PL-14C-2000	36	36
2	PL-14C-2000	AL-18C-1000	120	156
3	AL-18C-1000	AG-14C-1000	120	276
4	AG-14C-1000	AL-18C-1000	160	436
5	AL-18C-1000	AL-14C-1000	100	536
6	AL-14C-1000	AL-14C-1000	150	686
7	AL-14C-1000	AG-14C-1000	136	822
8	AG-14C-1000	AC-16C-1000	120	942
9	AC-16C-1000	AC-14C-1000	180	1122

VANO	APOYOS		DISTANCIA DEL VANO	DISTANCIA AL ORIGEN
			(m)	(m)
10	AC-14C-1000	- AC-12C-1000	170	1292
11	AC-12C-1000	- AC-20C-1000	180	1472
12	AC-20C-1000	- AG-16C-3000	150	1622
13	AG-16C-3000	- AL-18C-1000	140	1762
14	AL-18C-1000	- AC-14C-1000	120	1882
15	AC-14C-1000	- AC-12C-1000	80	1962
16	AC-12C-1000	- AC-20C-1000	250	2212
17	AC-20C-1000	- AG-14C-1000	230	2442
18	AG-14C-1000	- AL-16C-1000	150	2592
19	AL-16C-1000	- AL-12C-1000	150	2742
20	AL-12C-1000	- FL-12C-2000	130	2872

Vano de regulación.

Los vanos de regulación se calculan según la forma recomendada por Iberdrola.

$$VR = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

VR ≡ Vano de regulación expresado en m.

a ≡ Distancia del vano en m.

Flechas y tensiones máximas admisibles.

Las hipótesis que se aplican se resumen en el siguiente cuadro:

Condición	ZONA A		ZONA B		ZONA C	
	Temperatura	Sobrecarga	Temperatura	Sobrecarga	Temperatura	Sobrecarga
Máxima tensión	-5 °C	Viento de 60 kg/m ²	-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/m ²	15 °C	Viento de 60 kg/m ²	15 °C	Viento de 60 kg/m ²
	50 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna

El presente proyecto transcurre por una zona B, es por tanto que las hipótesis que aplicaremos serán:

ZONA B.

- **Flecha Máxima.** Se considerarán la flechas máximas de los conductores y cables de tierra en las hipótesis siguientes:

1. **Hipótesis de viento.** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento según el artículo 16 del R.A.T., a la temperatura de +15°C.
2. **Hipótesis de temperatura.** Sometidos a la acción de su propio peso y considerando que la temperatura es igual o superior a 50°C. En este proyecto y para esta hipótesis consideraremos una temperatura de 50°C.
3. **Hipótesis de hielo.** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de hielo definida para la zona B como se especifica en el artículo 16 del R.A.T., a la temperatura de 0°C.

- **Máxima tensión.** Para de los conductores y cables de tierra se aplicará la condición de que la tracción máxima resultante de las hipótesis aplicadas nunca resultarán superiores a su carga de rotura dividida por 2,5.

Las hipótesis que se aplican son:

1. **Hipótesis de hielo.** La máxima tensión a la que estarán sometidos los conductores será aquella que le produzca la acción de su propio peso más el peso producido por una sobrecarga de hielo a una temperatura de -15°C como especifica en el artículo 17 del R.A.T.

Tracción máxima de los conductores.

Para la determinación de la tracción máxima producida en los conductores se aplica la ecuación de cambio de condiciones, cuya expresión es:

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

- $L_0 \equiv$ 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.
- $L_1 \equiv$ 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.
- $E \equiv$ Módulo de elasticidad del conductor en daN/mm².
- $S \equiv$ Sección del conductor en mm².
- $\alpha \equiv$ Coeficiente de dilatación lineal del conductor.

Resultando las tracciones máximas soportadas por el conductor, las referidas en la siguiente tabla:

Nº DE VANOS	DISTANCIA VANO	TENSIONES MÁXIMAS (daN)		
		HIPÓTESIS DE HIELO 15°C + HIELO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	HIPÓTESIS DE VIENTO -5°C + VIENTO
1	36	530,0	3,09	No
2	120	530,0	3,09	No
3	120	530,0	3,09	No
4	160	530,0	3,09	No
5	100	530,0	3,09	No

6	150	530,0	3,09	No
7	136	530,0	3,09	No
8	120	530,0	3,09	No
9	180	530,0	3,09	No
10	170	530,0	3,09	No
11	180	530,0	3,09	No
12	150	530,0	3,09	No
13	140	530,0	3,09	No
14	120	530,0	3,09	No
15	80	530,0	3,09	No
16	250	530,0	3,09	No
17	230	530,0	3,09	No
18	150	530,0	3,09	No
19	150	530,0	3,09	No
20	130	530,0	3,09	No

El vano n°1, con una distancia de 36m, es un vano de tense reducido, compuesto por un apoyo existente 12C-1000.

Flecha máxima.

Tabla resumen de las flechas máximas por vano.

N° DE VANOS	DISTANCIA VANO MEDIO	FLECHAS (m)		
		HIPÓTESIS DE TEMPERATURA 50°C	HIPÓTESIS DE VIENTO 15°C + VIENTO	HIPÓTESIS DE HIELO 0°C + HIELO
		FLECHA	FLECHA	FLECHA
1	36	0,82	0,69	0,62
2	120	2,78	2,73	2,68
3	120	2,78	2,73	2,68
4	160	4,72	4,69	4,64
5	100	2,00	1,94	1,90
6	150	4,19	4,15	4,10
7	136	3,49	3,45	3,40
8	120	2,78	2,73	2,68
9	180	5,90	5,87	5,82
10	170	5,30	5,27	5,21
11	180	5,90	5,87	5,82
12	150	4,19	4,15	4,10
13	140	3,68	3,64	3,59
14	120	2,78	2,73	2,68
15	80	1,36	1,29	1,25
16	250	11,11	11,09	11,04
17	230	9,46	9,45	9,39
18	150	4,19	4,15	4,10
19	150	4,19	4,15	4,10
20	130	3,21	3,17	3,12

Tensión máxima.

Tabla resumen de las tensiones máximas más desfavorables.

DENOMINACIÓN APOYO	Nº APOYO	DISTANCIA VANO MEDIO	TENSIÓN MÁXIMA(Kgf)
AL	0	36	36,60
PL	1	120	1.701,00
AL	2	120	289,00
AG	3	140	322,80
AL	4	130	325,00
AL	5	125	283,33
AL	6	143	328,10
AG	7	128	546,40
AC	8	150	340,00
AC	9	175	383,00
AC	10	175	383,00
AC	11	165	836,00
AG	12	145	2.184,50
AL	13	130	306,00
AC	14	100	836,00
AC	15	165	836,00
AC	16	240	836,00
AG	17	190	887,60
AL	18	150	340,00
AL	19	140	323,00
FL	20	130	1.701,00

2.3.2.- APOYOS.

Apoys de alineación.

Para el cálculo de los esfuerzos aplicados sobre estos apoyos se han considerado las hipótesis más desfavorables de las que marca el Reglamento vigente en su Art. ° 30.

Se prescinde de la consideración de la 4ª hipótesis, dado que se cumplen las premisas del Apartado 3 del Art. 30 del Reglamento de L.A.A.T.

Los esfuerzos que en este apartado aparecen son los esfuerzos reales en punta.

Las expresiones utilizadas para el diseño de estos apoyos han sido las siguientes:

1º Hipótesis (Viento).

$$Fr = Vc \cdot \frac{\sum hi}{h} + Va \cdot \frac{ha}{h} + \frac{Pl}{S \cdot Y \cdot h} \Rightarrow (Kg)$$

3º Hipótesis (Desequilibrio de tracciones).

$$Fr = T \cdot \frac{\sum hi}{h} \cdot 0,08 \Rightarrow (Kg)$$

Los diferentes apoyos de alineación utilizados en la línea son los descritos a continuación:

APOYOS DE ALINEACIÓN	HIPOTESIS MAS DESFAVORABLE		APOYO ADOPTADO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD n>1,5
	VANO MEDIO	ESFUERZO		
AL 2	120	289,00	AL-18C-1000	5,19
AL 4	130	325,00	AL-18C-1000	4,61
AL 5	125	283,33	AL-14C-1000	5,29
AL 6	143	328,10	AL-14C-1000	4,57
AL 13	130	306,00	AL-18C-1000	4,9
AL 18	150	340,00	AL-16C-1000	4,41
AL 19	140	323,00	AL-12C-1000	4,64

Apoyos de ángulo.

Estarán constituidos por columnas metálicas de esfuerzos suficientes, no admitiéndose para estos apoyos tirantes ni arriostamiento alguno.

Para el cálculo de los esfuerzos aplicados sobre estos apoyos se han considerado las hipótesis más desfavorables de las que marca el Reglamento vigente en su Art.º 30.

1º Hipótesis (Viento).

$$Fr = Vc \cdot \frac{\sum hi}{h} + \left(Vc \cdot \text{sen} \cdot \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \right) + \frac{Va \cdot ha}{h} + \frac{Pl}{S \cdot Y \cdot h} \Rightarrow (Kg)$$

2º Hipótesis (Hielo).

$$Fr = Vc \cdot \frac{\sum hi}{h} + \left(2 \cdot T \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \right) + \frac{Pl}{S \cdot Y \cdot h} \Rightarrow (Kg)$$

3º Hipótesis (Desequilibrio de tracciones).

$$Fr = T \cdot \frac{\sum hi}{h} \cdot 0,08 \Rightarrow (Kg)$$

En el cuadro siguiente se indican los diferentes apoyos de ángulo utilizados en la línea:

APOYOS DE ÁNGULO	ÁNGULO FORMADO		HIPÓTESIS MAS DESFAVORABLE		APOYO ADOPTADO	ESFUERZO O MÁXIMO APOYO n>1,5	COEF. DE SEGURIDAD n>1,5
	GRADOS CENTESIMALES	GRADOS SEXAGESIMALES	VANO MEDIO	ESFUERZO			
AG 3	191,16	172,044	140	322,80	AG-14C-1000	1.000,00	4,64
AG 7	196,51	176,859	128	546,40	AG-14C-1000	1.000,00	2,74
AG 12	120,73	108,657	145	2.184,50	AG-16C-3000	3.000,00	2,05
AG 17	179,77	161,793	190	887,60	AG-14C-1000	1.000,00	1,68

Apoyos de anclaje.

Están constituidos por apoyos metálicos y para el cálculo de los esfuerzos se han tenido en cuenta las hipótesis más desfavorables de las que se indican en el Art. 30 del Reglamento.

1º Hipótesis (Viento).

$$Fr = Vc \cdot \frac{\sum hi}{h} + Va \cdot \frac{ha}{h} + \frac{Pl}{S \cdot Y \cdot h} \Rightarrow (Kg)$$

3º Hipótesis (Desequilibrio de tracciones).

$$Fr = T \cdot \frac{\sum hi}{h} \cdot 0,05 \Rightarrow (Kg)$$

4º Hipótesis (Rotura de un conductor).

$$Fr = T \cdot \frac{h_0}{h} \Rightarrow (Kg)$$

En el cuadro siguiente se indican los diferentes apoyos de anclaje utilizados en la línea:

APOYOS DE ANCLAJE	HIPOTESIS MAS DESFAVORABLE		APOYO ADOPTADO	ESFUERZO MÁXIMO APOYO n>1,5	COEFICIENTE DE SEGURIDAD n>1,5
	VANO MEDIO	ESFUERZO			
AC 8	150	836,00	AC-16C-2000	2.000,00	3,58
AC 9	175	836,00	AC-14C-2000	2.000,00	3,58
AC 10	175	836,00	AC-12C-2000	2.000,00	3,58
AC 11	165	836,00	AC-20C-2000	2.000,00	3,58
AC 14	100	836,00	AC-14C-2000	2.000,00	3,58
AC 15	165	836,00	AC-12C-2000	2.000,00	3,58
AC 16	240	836,00	AC-20C-2000	2.000,00	3,58

Apoyos fin de línea.

Estarán constituidos por columnas metálicas de esfuerzos suficientes, no admitiéndose para estos apoyos tirantes ni arriostramiento alguno.

Para el cálculo de los esfuerzos aplicados sobre estos apoyos se han considerado las hipótesis más desfavorables de las que marca el Reglamento vigente en su Art.º 30.

1° Hipótesis (Viento).

$$Fr = \sqrt{\left(Vc \cdot \frac{\sum hi}{h} + Va \cdot \frac{ha}{h} \right)^2 + \left(T \cdot \frac{\sum h_i}{h} \right)^2} \Rightarrow (Kg)$$

2° Hipótesis (Hielo).

$$Fr = T \cdot \frac{\sum hi}{h} + \frac{Pl}{S \cdot Y \cdot h} \Rightarrow (Kg)$$

4° Hipótesis (Rotura de un conductor).

$$Fr = T \cdot \frac{h_0}{h} \Rightarrow (Kg)$$

En el cuadro siguiente se dan los apoyos de fin de línea utilizados.

APOYOS DE ÁNGULO	HIPOTESIS MAS DESFAVORABLE		APOYO ADOPTADO	ESFUERZO MÁXIMO APOYO n>1,5	COEFICIENTE DE SEGURIDAD n>1,5
	VANO MEDIO	ESFUERZO			
PL 1	120	1.701,00	PL-14C-2000	2.000,00	1,80
FL 20	130	1.701,00	FL-12C-2000	2.000,00	1,80

Apoysos especiales.

No se ha utilizado ningún apoyo especial.

2.3.3.- ARMADOS.

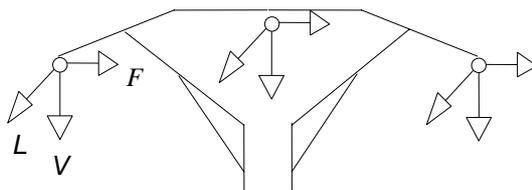
Para la elección de los armados, estos han de cumplir con las siguientes condiciones:

Distancia entre conductores.

Esta condición se estudia en el punto 2.2.4. (DISTANCIAS DE SEGURIDAD).

Esfuerzos a soportar.

Esfuerzos soportados con cargas verticales, cargas en sentido de la línea y cargas transversales al sentido de la línea.



$V =$ Carga vertical

$L =$ Carga en el sentido de la línea

$F =$ Carga transversal al sentido de la línea

Los resultados de estos esfuerzos se resumen en la siguiente tabla.

APOYOS DE ALINEACIÓN	VANO MEDIO	ESFUERZOS TEÓRICOS EN ARMADOS (daN)			ARMADO	ESFUERZOS MÁXIMOS DE LOS ARMADOS ELEGIDOS (daN) n=1,5		
		V	F	L		V	F	L
AL 2	120	255,84	37,13	94,50	BP2 A	300	210	115
AL 4	130	274,39	39,91	106,28	BP2 A	300	210	115
AL 5	125	265,12	38,52	92,65	BP2 A	300	210	115
AL 6	143	298,49	43,52	107,29	BP2 A	300	210	115
AL 13	130	274,39	39,91	100,06	BP2 A	300	210	115
AL 18	150	311,47	45,47	111,18	BP3 A	450	267	115
AL 19	140	292,93	42,69	105,62	BP2 A	300	210	115

APOYOS DE ÁNGULO	VANO MEDIO	ESFUERZOS TEORICOS EN ARMADOS (daN)			ARMADO	ESFUERZOS MÁXIMOS DE LOS ARMADOS ELEGIDOS (daN) n=1,2		
		V	F	L		V	F	L
AG 3	140	326,28	46,44	273,37	BC3-B	450	1500	/
AG 7	128	304,03	43,10	273,37	BC3-B	450	1500	/
AG 12	145	335,55	47,83	273,37	BC3-B	450	1500	/
AG 17	190	418,99	60,35	273,37	RC3-20/5 DISTRIBUCIÓN EN TRIANGULO	800	/	2000

APOYOS DE ANCLAJE	VANO MEDIO	ESFUERZOS TEORICOS EN ARMADOS (daN)			ARMADO	ESFUERZOS MÁXIMOS DE LOS ARMADOS ELEGIDOS (daN) n=1,2		
		V	F	L		V	F	L
AC 8	150	344,82	49,22	278,67	BC3-B	450	1500	/
AC 9	175	391,17	56,17	278,67	BC3-B	450	1500	/
AC 10	175	391,17	56,17	278,67	BC3-B	450	1500	/
AC 11	165	372,63	53,39	278,67	BC3-B	450	1500	/
AC 14	100	252,12	35,32	278,67	BC3-B	450	1500	/
AC 15	165	372,63	53,39	278,67	RC3-20/5 DISTRIBUCIÓN EN TRIANGULO	800	/	2000
AC 16	240	511,69	74,25	278,67	RC3-20/5 DISTRIBUCIÓN EN TRIANGULO	800	/	2000

APOYOS DE FINALES DE LÍNEA	VANO MEDIO	ESFUERZOS TEÓRICOS EN ARMADOS (daN)			ARMADO	ESFUERZOS MÁXIMOS DE LOS ARMADOS ELEGIDOS (daN) n=1,5		
		V	F	L		V	F	L
PL 1	120	255,84	37,13	567,00	RC2-B	450	1500	/
FL 20	130	274,39	39,91	567,00	RC2-B	450	1500	/

2.3.4.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

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.

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:

$$5,3 + \frac{U}{150} \Rightarrow (m) \qquad 5,3 + \frac{20}{150} = 5,43m \qquad d \geq 6m$$

con un **mínimo de 6 metros**.

En el presente proyecto, **todas las distancias existentes superan los 6 metros** al punto del terreno más cercano.

Distancia entre conductores.

La distancia entre conductores sometidos a tensión mecánica, es tal que no existe riesgo alguno de cortocircuito entre estos ó entre conductores y tierra.

Para el cálculo de estos se tiene en cuenta los efectos de las oscilaciones de los conductores producidos por el viento y el desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

Con este objeto, la separación mínima entre conductores se determina con la siguiente fórmula:

$$D = K\sqrt{F+L} + \frac{U}{150} \Rightarrow (m)$$

D = Separación entre conductores en metros

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla del Art. 25. apartado 2. del R.L.A.T.

VALORES DE K		
ANGULO DE OSCILACIÓN	LINEAS DE 1º Y 2º CATEGORIA	LINEAS DE 3º CATEGORIA
SUPERIOR A 65°	0.7	0.65
ENTRE 40° y 65°	0.65	0.6
INFERIOR A 40°	0.6	0.55

Para el conductor LA-56 utilizado en este proyecto, el coeficiente K=0,65.

F = Flecha máxima en metros

U= Tensión nominal de la línea en Kv

L = Longitud en metros de la cadena de suspensión. La longitud en metros de las cadenas de suspensión son variables y dependen de la formación de las mismas. En el cuadro siguiente, indicamos las longitudes aproximadas de cada una de ellas.

Longitudes de las cadenas en suspensión

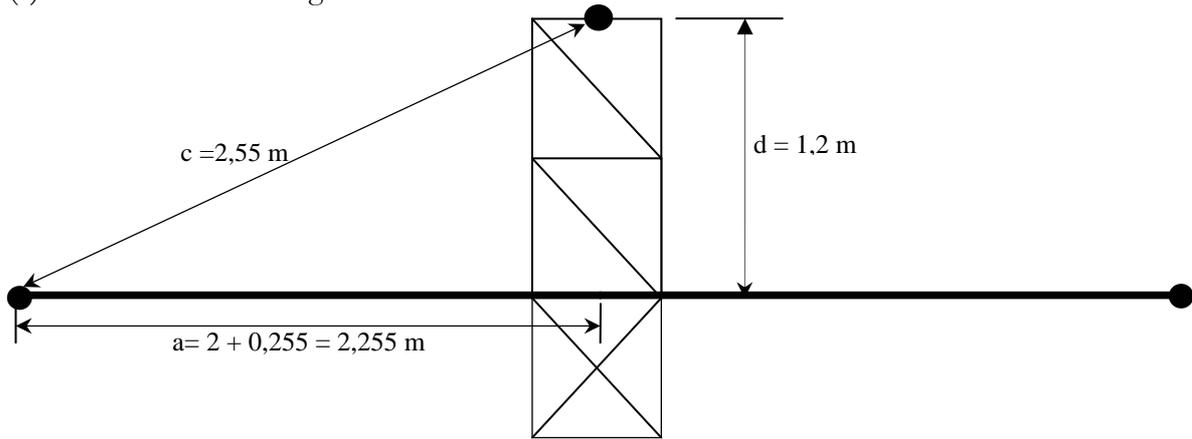
Nivel de contaminación	Aislamiento			
	Vidrio		Composite	
	Suspensión normal (mm)	Suspensión protegida (mm)	Suspensión normal (mm)	Suspensión protegida (mm)
II y IV	430	460	475	490

A efecto del presente proyecto se utilizarán cadenas de vidrio 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.

A continuación se exponen las distancias entre conductores obtenidas de los cálculos y las distancias entre conductores que soportan las crucetas elegidas.

TIPO DE APOYO	Nº APOYO	FLECHA	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES (m)	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES SEGÚN EL TIPO DE CRUCETA UTILIZADA (m)
PL	1	0,82	0,88	RC2-20/5 2,00
AL	2	2,78	1,31	BP2 A 1,50
AG	3	2,78	1,31	BC3-B 1,50
AL	4	4,72	1,62	BP2 A 1,75
AL	5	2,00	1,16	BP2 A 1,50
AL	6	4,19	1,54	BP2 A 1,75
AG	7	3,49	1,43	BC3-B 1,50
AC	8	2,78	1,31	BC3-B 1,50
AC	9	5,90	1,78	BC3-B 2,00
AC	10	5,30	1,70	BC3-B 2,00
AC	11	5,90	1,78	BC3-B 2,00
AG	12	4,19	1,54	BC3-B 1,75
AL	13	3,68	1,46	BP2 A 1,75
AC	14	2,78	1,31	BC3-B 1,50
AC	15	1,36	1,02	RC3-20/5 DISTRIBUCIÓN EN TRIANGULO (*) 2,55
AC	16	11,11	2,35	RC3-20/5 DISTRIBUCIÓN EN TRIANGULO (*) 2,55
AG	17	9,46	2,18	RC3-20/5 DISTRIBUCIÓN EN TRIANGULO (*) 2,55
AL	18	4,19	1,54	BP3 B 1,75
AL	19	4,19	1,54	BP2 A 1,75
FL	20	3,21	1,39	RC2-20/5 2,00

(*) Distribución en triángulo:

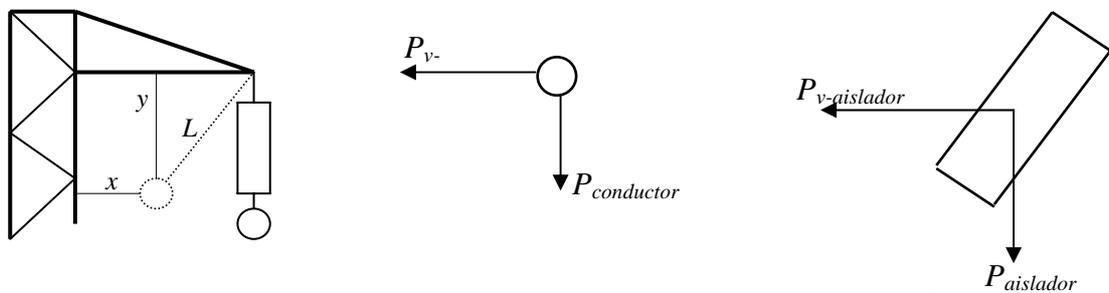


Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y el apoyo.

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

$$D = 0,1 + \frac{U}{150} \text{ (m)} \Rightarrow D = 0,1 + \frac{20}{150} = 0,23 \text{ (m)}$$

En el caso de las cadenas de suspensión para apoyos de alineación, la distancia mínima de los conductores y sus accesorios en tensión y el apoyo, cumple con la formula anteriormente expuesta siendo el ángulo máximo de desviación para respetar dicha distancia de 62,61°, y con la consideración de que los conductores están sometidos a la acción de una presión de viento mitad de la fijada para ellos en el artículo 16 del R.A.T.,



Para estos cálculos se considera el caso más desfavorable en el apoyo de alineación, utilizando los vanos medios correspondientes, una presión del viento de 60Kg/m² (Art. 16 R.A.T.) y una longitud de cadena de L=0,5m.

$$\text{tg } \beta = \frac{P_v + \frac{q_v}{2}}{P + \frac{q}{2}}$$

Las formulas utilizadas para su cálculo son:

$$\text{tg } \beta = \frac{P_v + \frac{q_v}{2}}{P + \frac{q}{2}}$$

El ángulo que es calculado en las tablas es medido respecto a la vertical del conductor y el suelo, no supera el ángulo máximo de desviación, cumpliéndose con las distancia mínimas entre conductores y sus accesorios en tensión.

APOYOS DE ALINEACIÓN	VANO MEDIO	β ANGULO DE DESVIACIÓN $\beta < 62,61^\circ$, SEXAGESIMALES)
AL 2	120	8,26
AL 4	130	8,28
AL 5	125	8,27
AL 6	143	8,30
AL 13	130	8,28
AL 18	150	8,31
AL 19	140	8,29

Distancias de seguridad en cruzamientos y paralelismos.

En el presente proyecto existen una serie de situaciones en las que se han adoptados disposiciones especiales, estas están definidas y reguladas en el Art. 32, Art. 33, Art. 34, Art. 35 y Art.36 del R.A.T.

Estas disposiciones especiales se han adoptado para los siguientes casos:

Nº	PRESCRIPCIÓN ESPECIAL	VANO AFECTADO	DISTANCIA VANO	BREVE DESCRIPCIÓN
1	Paso por zona de árboles.	4	160	El vano atraviesa una zona de arbolado. Estos árboles tienen una altura de 12,5m de alto.
2	Cruce con línea de telecomunicaciones y con una carretera.	11	180	La línea de teléfono tiene una altura de 6m y una separación con el apoyo más cercano a calcular de 14,75m. La carretera está a una distancia de 85m con respecto al apoyo más cercano a calcular.
3	Cruce con L.A.A.T. de 20KV. y con canal Trasvase Tajo Segura.	13	140	La L.A.A.T. tiene una altura de 12m y está separada del apoyo más cercano a calcular de 10 m. El trasvase Tajo segura tiene una anchura de 8m y está a una distancia de 58,40m.
4	Paso por zona de arboles.	17	230	El vano atraviesa una zona de arbolado. Estos árboles son pinos y tienen una altura de 12,5m de alto.

Las distancias de seguridad que se deben mantener en cada caso son las siguientes:

Nº1. Paso por zonas de árboles.

La separación de la masa arbolada y la línea será de:

$$d = 1,5 + \frac{U}{150} = 1,5 + \frac{20}{150} = 1,63m \quad \text{con un mínimo de } d_{\min} = 2m \text{ (R.A.T. Art 35).}$$

Nº2. Cruce con línea de Telecomunicaciones.

Para el cálculo de las distancias en este caso, la línea de teléfono se considera como si fuera una línea de baja tensión (Art. 33 del R.A.T.).

La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos será mayor de:

$$d = 1,5 + \frac{U}{150} = 1,5 + \frac{0,400}{150} = 1,50m$$

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas se calcula en los casos más desfavorable mediante la fórmula:

$$d = 1,5 + \frac{U + l1 + l2}{150} = 1,5 + \frac{0,4 + 14,75 + 13}{100} = 1,78m$$

Cruce con carretera.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera es:

$$d = 6,3 + \frac{U}{150} = 6,3 + \frac{20}{100} = 6,5m \quad \text{con un mínimo de } d_{\min} = 7m.$$

Nº3. Cruce con línea L.A.A.T. 20KV

La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos será mayor de:

$$d = 1,5 + \frac{U}{150} = 1,5 + \frac{20}{150} = 1,63m$$

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas se calcula en los casos más desfavorable mediante la fórmula:

$$d = 1,5 + \frac{U + l1 + l2}{150} = 1,5 + \frac{20 + 56,5 + 10}{100} = 2,36m$$

Canal Tránsito Tajo Segura.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta, será de:

$$d = G + 2,3 \cdot \frac{U}{100} \Rightarrow (m)$$

En el caso de que no exista gálibo definido, se considerará este igual a 4,7m, siendo por tato:

$$d = 4,7 + 2,3 \cdot \frac{20}{100} = 5,16m$$

Nº4. Paso por zona por árboles.

La separación de la masa arbolada y la línea será de:

$$d = 1,5 + \frac{U}{150} = 1,5 + \frac{20}{150} = 1,63m \quad \text{con un mínimo de } d_{\min} = 2m \text{ (R.A.T. Art 35).}$$

2.3.5.- TABLAS DE TENDIDO.

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) ZONA B (Altitud de 500 a 1000 m)

CONDUCTOR LA-56 - TENSE REDUCIDO

T =	Tensión en daN	Masa, en kg/m	0,189	CS mínimo	7,289
F =	Flecha en m.	Diámetro, mm	9,5	Carga de rotura, daN	1.640
05		Presión Viento, daN.m	0,56	Coef. Dilatación °C	1,91E-
CS =	Coef. de seguridad	Tensión máxima, daN	225	T. máxima a 15° C, daN	56,49
A =	Vano de regulación en m			Módulo de elasticidad daN/mm2	7.900

A	Tensión Máxima a				Flechas								Parámetro Catenaria		Oscilación de Cadenas		EDS % Cr.	A
	-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.	Mín.	T	F		
	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
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		
30	36	0,58	38	0,56	40	0,53	42	0,50	45	0,47	48	0,43	52	0,40	58	0,36	30
40	42	0,89	43	0,86	45	0,83	47	0,79	49	0,76	51	0,72	54	0,68	58	0,64	40
50	46	1,27	47	1,24	48	1,20	50	1,17	51	1,13	53	1,09	55	1,05	57	1,01	50
60	48	1,73	49	1,69	50	1,66	52	1,62	53	1,58	54	1,54	56	1,50	57	1,45	60
70	50	2,27	51	2,23	52	2,19	53	2,15	54	2,11	55	2,07	56	2,02	57	1,98	70
80	52	2,88	52	2,84	53	2,80	54	2,76	55	2,72	56	2,68	56	2,63	57	2,59	80
90	53	3,57	53	3,53	54	3,49	55	3,45	55	3,41	56	3,37	57	3,32	57	3,28	90
100	53	4,35	54	4,31	54	4,27	55	4,22	56	4,18	56	4,14	57	4,10	57	4,05	100
110	54	5,21	54	5,16	55	5,12	55	5,08	56	5,04	56	4,99	57	4,95	57	4,91	110
120	55	6,14	55	6,10	55	6,06	56	6,02	56	5,97	56	5,93	57	5,89	57	5,84	120
130	55	7,17	55	7,12	56	7,08	56	7,04	56	6,99	57	6,95	57	6,90	57	6,86	130
140	55	8,27	56	8,23	56	8,18	56	8,14	56	8,09	57	8,05	57	8,01	57	7,96	140
150	55	9,45	56	9,41	56	9,37	56	9,32	57	9,28	57	9,23	57	9,19	57	9,15	150
160	56	10,72	56	10,68	56	10,64	56	10,59	57	10,55	57	10,50	57	10,46	57	10,41	160
170	56	12,08	56	12,03	56	11,99	56	11,94	57	11,90	57	11,85	57	11,81	57	11,76	170
180	56	13,51	56	13,47	56	13,42	57	13,38	57	13,33	57	13,29	57	13,24	57	13,20	180
190	56	15,03	56	14,99	56	14,94	57	14,90	57	14,85	57	14,81	57	14,76	57	14,72	190
200	56	16,64	56	16,59	57	16,55	57	16,51	57	16,46	57	16,41	57	16,37	57	16,32	200

**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
05		Presión Viento, daN.m	0,56	Coef. Dilatación .°C	1,91E-
CS =	Coef. de seguridad	Tensión máxima, daN	530	T. máxima a 15° C, daN	245,02
A =	Vano de regulación en m			Módulo de elasticidad daN/mm2	7.900

A	Tensión Máxima a				Flechas								Parámetro Catenaria		Oscilación de Cadenas		EDS % Cr.	A
	-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.	Mín.	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	
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

2.3.6.- CIMENTACIONES.

Las cimentaciones que corresponden a los distintos tipos de perfiles metálicos que se han utilizado son:

CIMENTACIÓN					
Nº APOYO	APOYO	BASE CUADRADA (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN (m3)	VOLUMEN DE HORMIGÓN (m3)
1	AL-12C-1000	1	1,99	1,99	2,14
2	PL-14C-2000	1,08	2,37	2,76	2,93
3	AL-18C-1000	1,23	2,2	3,33	3,55
4	AG-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
5	AL-18C-1000	1,23	2,2	3,33	3,55
6	AL-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
7	AL-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
8	AG-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
9	AC-16C-2000	1,15	2,43	3,22	3,41
10	AC-14C-2000	1,08	2,37	2,76	2,93
11	AC-12C-2000	1,00	2,30	2,30	2,44
12	AC-20C-2000	1,31	2,54	4,36	4,61
13	AG-16C-3000	1,16	2,64	3,56	3,75
14	AL-18C-1000	1,23	2,2	3,33	3,55
15	AC-14C-2000	1,08	2,37	2,76	2,93
16	AC-12C-2000	1,00	2,30	2,30	2,44
17	AC-20C-2000	1,31	2,54	4,36	4,61
18	AG-14C-1000	1,08	2,06	2,41	2,58
19	AL-16C-1000	1,15	2,13	2,82	3,01
20	AL-12C-1000	1	1,99	1,99	2,14

CAPITULO IV

2.4.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

2.4.1.- 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, y con una potencia aparente de de 630 KVA.

Es por tanto que la intensidad es:

$$I_p = 18,18 \text{ A.}$$

2.4.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En el caso del secundario la tensión 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 = Ppotencia 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:

$$I_s = 866,02 \text{ A.}$$

2.4.3.-CORTOCIRCUITOS.

2.4.3.1.- 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.

2.4.3.2.- 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 (VA).

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).

2.4.3.3.- 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:

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ KA}$$

2.4.3.4.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSION.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 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:

$$I_{ccs} = 21,65 \text{ KA}$$

2.4.4.- 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.

2.4.4.1.- 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.

2.4.4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN 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:

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

2.4.4.3.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN 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:

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

2.4.5.- 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 32 A.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobrecargas 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 sobrecargas 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.

2.4.6.- 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 14,4 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.

2.4.7.- 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).

Sr = superficie mínima de las rejillas de entrada (m²).

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.

2.4.8.- 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.

2.4.9.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

2.4.9.1.- 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.

2.4.9.2.- 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 reenganches 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.

2.4.9.3.- 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.

2.4.9.3.1.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ Kv}$.
- Limitación de la intensidad a tierra: $I_{dm} = 500 \text{ A}$.

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:

$$\begin{aligned} I_d &= \text{intensidad de falta a tierra (A)}. \\ R_t &= \text{resistencia total de puesta a tierra (Ohm)}. \\ V_{bt} &= \text{tensión de aislamiento en baja tensión (V)}. \end{aligned}$$

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

$$\begin{aligned} I_{dm} &= \text{limitación de la intensidad de falta a tierra (A)}. \\ I_d &= \text{intensidad de falta a tierra (A)}. \end{aligned}$$

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ Ohm}$$

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.

2.4.9.4.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

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

$$K_r \leq 0,1333$$

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 (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):

$$I'd = 500 \text{ A}$$

2.4.9.5.- 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:

$$V'd = 7275 \text{ V}$$

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:

$$V'_c = 3622,5 \text{ V.}$$

2.4.9.6.- 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 (Ohm · m).
 I'_d = intensidad de defecto (A).
 V'_p = tensión de paso en el exterior (V).

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1657,5 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

2.4.9.7.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

2.4.9.7.1.- 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 (Ohm · m).

V_p = tensión admisible de paso en el exterior (V).

por lo que, para este caso

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

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 (Ohm · m).

$V_{p(acc)}$ = tensión admisible de paso en el acceso (V).

por lo que, para este caso:

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

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:

$$V^l_p = 1657,5 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V^l_{p(acc)} = 3622,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V^l_d = 7275 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.4.9.8.- 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:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

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: 8/22 (según método UNESA).
- Geometría: Picas alineadas.
- Número de picas: dos.
- Longitud entre picas: 2 m.
- Profundidad de las picas: 0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

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.

$$R_{\text{serv}} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

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.

2.4.9.9.- 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.

Cartagena, 31 Julio de 2008.

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

D. JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ

ANEXO I

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 20 k V.

1.- OBJETO

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

2.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

2.3.- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

2.4.- SERVICIOS HIGIÉNICOS.

2.5.- SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.

3.- RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.

4.- RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

4.1.- TODA LA OBRA.

4.2.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

4.3.- MONTAJE Y PUESTA EN TENSIÓN

4.3.1.- DESCARGA Y MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

4.3.2.- PUESTA EN TENSIÓN.

5.- TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.

6.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

7.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

8.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

1.- OBJETO.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.759,08 € (75 millones de pesetas).
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

2.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

2.3.- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc....En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

2.4.-SERVICIOS HIGIÉNICOS.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

2.5.- SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

3.- RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.

La siguiente relación de riesgos laborales que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

4.- RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

4.1.-TODA LA OBRA.

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de objetos sobre terceros.
- Choques o golpes contra objetos.
- Fuertes vientos.

- Ambientes pulvígenos.
- Trabajos en condición de humedad.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.
- Señalización de la obra (señales y carteles).
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m.
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21^a - 113B.
- Evacuación de escombros.
- Escaleras auxiliares.
- Información específica.
- Grúa parada y en posición veleta.

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad.
- Calzado protector.
- Ropa de trabajo.
- Casquetes anti ruidos.
- Gafas de seguridad.
- Cinturones de protección.

4.2.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno.
- Caídas de materiales transportados.
- Caídas de operarios al vacío.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas.
- Ruidos, Vibraciones.
- Interferencia con instalaciones enterradas.
- Electrocuciiones.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

4.3.- MONTAJE Y PUESTA EN TENSIÓN.

4.3.1.- DESCARGA Y MONTAJE DE ELEMENTOS

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

4.3.2.- PUESTA EN TENSIÓN.

a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

c) Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

5.- TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.
- Tendido e instalación de conductores eléctricos

6.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

7.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

8.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

Cartagena, 31 Julio de 2008.

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

D. JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ

ANEXO II

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN 20 KV.

- 1.- OBJETO.
- 2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.
 - 2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.
 - 2.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
 - 2.3.- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.
 - 2.4.- SERVICIOS HIGIÉNICOS.
 - 2.5.- SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.
- 3.- RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.
- 4.- RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.
 - 4.1.- TODA LA OBRA.
 - 4.2.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS.
 - 4.3.- MONTAJE Y PUESTA EN TENSIÓN.
 - 4.3.1.- DESCARGA Y MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.
 - 4.3.2.- PUESTA EN TENSIÓN.
- 5.- TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.
- 6.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.
- 7.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.
- 8.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

1.- OBJETO.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.759,08 € (75 millones de pesetas).
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

2.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

2.3.- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc....En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

2.4.-SERVICIOS HIGIÉNICOS.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente.

2.5.- SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

3.- RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.

La siguiente relación de riesgos laborales que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

4.- RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

4.1.-TODA LA OBRA.

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de objetos sobre terceros.
- Choques o golpes contra objetos.
- Fuertes vientos.
- Ambientes pulvígenos.

- Trabajos en condición de humedad.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.
- Señalización de la obra (señales y carteles).
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m.
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21^a - 113B.
- Evacuación de escombros.
- Escaleras auxiliares.
- Información específica.
- Grúa parada y en posición veleta.

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad.
- Calzado protector.
- Ropa de trabajo.
- Casquetes anti ruidos.
- Gafas de seguridad.
- Cinturones de protección.

4.2.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno.
- Caídas de materiales transportados.
- Caídas de operarios al vacío.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas.
- Ruidos, Vibraciones.
- Interferencia con instalaciones enterradas.
- Electrocuciiones.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras

- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

4.3.- MONTAJE Y PUESTA EN TENSION.

4.3.1.- DESCARGA Y MONTAJE DE ELEMENTOS

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

4.3.2.- PUESTA EN TENSION.

a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.

- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

c) Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

5.- TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.
- Excavaciones para zanjas de conducción de red eléctrica
- Tendido e instalación de conductores eléctricos

6.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

7.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido

previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

8.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

Cartagena, 31 Julio de 2008.

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

D. JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ

ANEXO III

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

- 1.- OBJETO.
- 2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.
 - 2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.
 - 2.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
 - 2.3.- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.
 - 2.4.- VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.
 - 2.5.- INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.
- 3.- RIESGOS LABORABLES.
 - 3.1.- OBRA CIVIL.
 - 3.2.- MONTAJE.
- 4.- ASPECTOS GENERALES.
- 5.- BOTIQUÍN DE OBRA.
- 6.- NORMATIVA APLICABLE.

1.- OBJETO.

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

2.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

2.3.- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

2.4.- VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

2.5.- INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3.- RIESGOS LABORABLES.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.1.- OBRA CIVIL

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

Movimiento de tierras y cimentaciones.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

Estructura.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Cerramientos.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Albañilería.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.- MONTAJE.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

Colocación de soportes y embarrados.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.

- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Montaje de Celdas Prefabricadas o aparamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

Operaciones de puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.- ASPECTOS GENERALES.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

5.- BOTIQUÍN DE OBRA.

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

6.- NORMATIVA APLICABLE.

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

Cartagena, 31 Julio de 2008.

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

D. JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ

PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO I

3.1.-LÍNEA AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.

3.1.1- MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos normalmente aceptados por IBERDROLA DISTRIBUCIÓN. Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 K/m². como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO₄Cu al 20% de una densidad de 1,18 a 18° C, sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

3.1.2.- CONDUCTORES.

El conductor a emplear será de Aluminio-Acero, según recomendación UNESA 23401, del tipo LA 56 y de las siguientes características:

➤ Composición:	Al-Ac (1 + 6 alambres)
➤ Sección de Aluminio:	46,80 mm ² .
➤ Sección de Acero:	7,79 mm ² .
➤ Sección total:	54,60 mm ²
➤ Diámetro aparente:	9,45 mm.
➤ Peso:	0,189 Kg/m.
➤ Carga de rotura:	1.666 Kg.
➤ Coeficiente de dilatación:	19,1 x 10 ⁻⁶ por °C
➤ Módulo de elasticidad:	8.100 Kg/mm ²
➤ Resistencia eléctrica a 20°C:	0,614 ohm/Km
➤ Densidad de corriente máxima:	3,70 A/mm ²

Deberán cumplir la norma UNE 21.016. Estos conductores estarán engrasados, tanto interior como exteriormente, con una grasa neutra respecto al aluminio y al zinc, químicamente pura. Su punto de goteo en ningún caso será inferior a 65°.

3.1.3.- CRUCETAS.

Las crucetas a utilizar serán metálicas galvanizadas por inmersión en caliente, de acuerdo con lo especificado en el apartado 1.1.4. Estarán construidas en talleres específicos con garantía reconocida.

Las disposiciones apoyo-crucetas y los tipos que se utilizan quedan reflejadas en el plano de perfil y planos de detalle.

3.1.4.- AISLAMIENTO Y HERRAJES.

El nivel de aislamiento mínimo utilizado serán el correspondiente para la tensión más elevada de 24 KV. y de acuerdo con el art. 24 del Reglamento de L.A.A.T.

Las características del elemento aislador serán las siguientes:

Apoyos de alineación.

Cadena de suspensión CS 2-2x70-5,5 de dos aisladores de vidrio U 70 BS de carga de rotura 4.000 daN, tensión soportada bajo lluvia a 50 Hz. durante un minuto 57 KV, tensión bajo onda de choque 1,2/50 ms. 140 KV, línea de fuga 370 mm.

Apoyos de anclaje, ángulo, amarre y fin de línea.

El aislamiento estará formado por cadenas horizontales de amarre, tipo CAT 2-2x70-5,5 de dos aisladores de vidrio U 70 BS. de carga de rotura 5.500 daN, tensión soportada bajo lluvia a 50 Hz. durante un minuto 80 KV, tensión bajo onda de choque 1,2/50 ms. 200 KV, línea de fuga 560 mm.

Los herrajes y componentes de cada tipo de aislamiento cumplen con los art. 10 y 28 del vigente Reglamento de L.A.A.T., y quedan detallados sus componentes en los planos detalle de aisladores y cadenas aisladores.

En los apoyos de cruce de carreteras, ferrocarriles, etc., el aislamiento se dispondrá de la forma indicada en los artículos 32 y 33 del vigente Reglamento de L.A.A.T.

3.1.5.- EMPALMES, CONEXIONES Y RETENCIONES.

Los empalmes serán de tipo 79-AEF-116,2. Las conexiones de derivación utilizarán el tipo AMP 600466 azul.

3.1.6.- APARELLAJE DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.

De acuerdo con la NHE 1400/0201/1, en los apoyos números 1,5 y 9 de la derivación se instalará un seccionadores unipolares, de características de aislamiento 24KV y 400A. de intensidad nominal, de marca y tipo aceptados por Iberdrola Distribución, S.A.U., cuyas características principales serán como las siguientes :

- Tensión nominal (aislamiento pleno) 24 KV.
- Intensidad nominal. 400 A.
- Línea de fuga. 430 mm.

3.1.7.- PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en los artículos 12.6 y 26 del Reglamento de L.A.A.T.

Todos los apoyos metálicos de la línea estarán dotados de una "Tierra mínima", compuesta por los materiales siguientes:

1. Un flagelo de 3 m. de cable de cobre de 50 mm². sujeto en un extremo a la base del apoyo mediante una grapa terminal para Cu y por el otro a un electrodo de barra cobreado de 16 mm ϕ y 2 m. de longitud.
2. Un segundo flagelo de iguales características al anterior que atravesando la cimentación del apoyo protegido por un tubo, conecte en un extremo al punto de toma de tierra del montante del apoyo mediante una grapa y por el otro extremo salga del macizo de la cimentación para posibles ampliaciones de electrodos.

En el caso de que con esta "tierra mínima" no se consiguiese una resistencia inferior a 100 Ohmios, se le conectará a la parte de tierra descrita en el párrafo (2.), los flagelos y picas que sean necesarios hasta conseguir el anterior valor.

Para los apoyos situados en zonas frecuentadas, la resistencia no será superior a 20 Ohmios y para los ubicados en zonas de pública concurrencia o que soporten aparatos de maniobra, aparte de cumplirse lo anterior se instalará una toma de tierra en anillo cerrado con cable de cobre de 50 mm², todo ello de acuerdo con los planos y especificaciones que se detallan: se abrirá una zanja de 60 cm. mínimo de profundidad, cuya disposición, excepto en los casos de "anillo dominador de potencial", será radial a partir de la base del apoyo e instalándose en ella al menos dos flagelos. En la misma zanja y separados una distancia aproximadamente equivalente a vez y media su longitud, se hincarán electrodos de barra, siempre que sea posible y tan profundamente como se pueda, utilizando manguitos de empalme y mazas o medios mecánicos para ello.

Los flagelos se tenderán de forma zigzagueante en el fondo de la zanja de modo que la longitud del flagelo sea, por lo menos, el doble de la de la zanja.

Cada electrodo de barra se conectará al flagelo con las grapas correspondientes y quedará siempre enterrado a más de 50 cm. bajo el nivel del terreno.

Los conductores de conexión a tierra cumplirán lo dispuesto en el apartado 6 del art. 12 del R.L.A.T.

Los conductores de la línea de enlace con tierra serán todos de cobre de 50 mm² de sección.

En los apoyos que soporten aparatos de maniobra se construirá además la "plataforma del operador", consistente en una placa de hormigón de 70 x 70 x 7 cms., armado con un emparrillado de aproximadamente 20 x 20 cms., y hierro de 0,4 mm., como mínimo, unido a la toma de tierra del anillo dominador de potencial.

3.1.8.- APOYOS.

Los apoyos serán metálicos y tendrán una altura tal que en ningún caso el conductor quede a menos de 6 m. sobre el terreno, de acuerdo con el Art. 25 del Reglamento vigente. Para su comprobación puede consultarse el plano de perfil, en el cual se ha trazado la catenaria correspondiente al conductor inferior en las condiciones de flecha máxima correspondiente a zona B, por donde discurre la línea.

Los apoyos de cruzamiento, tendrán la altura requerida en cada caso para cumplir las normas particulares específicas del cruce y los artículos 32 y 33 del vigente Reglamento de L.A.A.T.

Todos los apoyos deberán llevar placa de señalización de peligro eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo, pero sin acceso directo desde el mismo, con una distancia mínima de 2 m.

También se numerarán los apoyos con pintura negra ajustándose dicha numeración a la dada en el proyecto. Las cifras serán legibles desde el suelo.

Los apoyos metálicos serán de estructuras soldadas y atornilladas, estarán galvanizadas por inmersión en caliente y dispondrán de la resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar cumpliendo con la Recomendación UNESA 6704.

Los apoyos se ajustarán al documento Planos, en los que se determinan las calidades de los aceros de los diferentes elementos y estarán contruidos en talleres específicos con garantía reconocida. Serán de los tipos aceptados por la empresa suministradora.

3.1.8.1.- TRANSPORTE Y ACOPIO DE LOS APOYOS.

Tanto la descarga de los apoyos como su transporte a pie de obra se realizará con sumo cuidado, ya que un golpe en los mismos puede producir desperfectos, dobladuras o roturas de los perfiles que los componen, dificultando el armado posterior y disminuyendo su resistencia, por lo que los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

La contrata descargará los materiales metálicos con cuidado de no torcer los angulares al trasladarlos a su destino. Las diagonales y arriostramientos, por tratarse de hierros cortos, deben ir numerados y cosidos con alambre.

Por ninguna razón se utilizarán como palanca o arriostramiento los perfiles que componen el apoyo.

Para el acopio de piezas pequeñas se utilizarán cajones para evitar que se pierdan a causa de su número o tamaño.

En lo que respecta a los apoyos de hormigón, su acopio se efectuará a hombros o carros especiales, evitando cualquier tipo de desconches.

3.1.8.2- ARMADO E IZADO DE APOYOS.

El izado de los postes metálicos comprende:

- 1º.- Armado de los apoyos y crucetas.
- 2º.- Izado de los mismos y colocación del aislamiento.
- 3º.- Colocación de la toma de tierra mínima.

Los aisladores se sujetarán a sus soportes, cuando sea necesario, utilizando materiales adecuados tales como el porcelanit.

Los tornillos de las torres se apretarán siempre con llaves dinamométricas a los aprietes indicados por el constructor.

El armado de los apoyos cuando estos son conjuntos de dos o más cuerpos, se realizará teniendo presente la concordancia de las diagonales y presillas.

Para el izado de los postes metálicos despiezados en perfiles se procederá a montar el poste, lo cual se procurará hacer en terreno llano. Para hacer coincidir los taladros en los angulares se utilizará el puntero de calderero, teniendo muy presente que este útil no se debe emplear nunca para agrandar los taladros, ya que siempre lo harán a costa de rasgar el angular de menor sección. Si es necesario agrandar taladros se hará con escariador.

Cuando sea necesario hacer nuevos taladros nunca se debe emplear grupo eléctrico o electrógeno, sino que se utilizará taladro, punzonadora o carraca.

Una vez montado el poste se izará con grúa o pluma, procurando no exponerlo a movimientos que puedan variar la alineación del mismo. Una vez izado se procederá a repasar todos los tornillos dándoles una presión correcta con llaves dinamométricas.

El tornillo deberá salir por la tuerca por lo menos tres hilo de rosca, las cuales se granetearán para que no se suelten debido a las vibraciones que pueda tener el poste.

Cuando la "tierra mínima" sea insuficiente o se trate de zonas frecuentadas y de pública concurrencia, se abrirá una zanja de 60 cm. mínimo de profundidad, cuya disposición, excepto en los casos de "anillo dominador de potencial", será radial a partir de la base del apoyo e instalándose en ella al menos dos flagelos. En la misma zanja y separados una distancia aproximadamente equivalente a vez y media su longitud, se hincarán electrodos de barra, siempre que sea posible y tan profundamente como se pueda, utilizando manguitos de empalme y mazas o medios mecánicos para ello.

Los flagelos se tenderán de forma zigzagueante en el fondo de la zanja de modo que la longitud del flagelo sea, por lo menos, el doble de la de la zanja.

Cada electrodo de barra se conectará al flagelo con las grapas correspondientes y quedará siempre enterrado a más de 50 cm. bajo el nivel del terreno.

Todas las zanjas se rellenarán con una capa de tierra de unos 10 cm., y sobre ella se extenderá, si no se indica lo contrario, el "mejorador de tierras" en la proporción adecuada, procediéndose a continuación a terminar de rellenar la zanja con tierra.

Todas las ampliaciones de la toma de tierra realizadas de este modo, se unirán rígidamente entre sí y la "toma de tierra mínima" del apoyo, en su salida lateral de la cimentación.

Cuando se trate de un "anillo dominador de potencial" el flagelo irá enterrado a más de 50 cm. de profundidad, en una zanja circular que diste un metro de las aristas del macizo. Se hincarán y unirán a él, si es posible, uno o dos electrodos de barra, y este anillo irá unido a la toma de tierra mínima del apoyo.

El valor de la resistencia de la "toma de tierra mínima" para los apoyos en general, será inferior a 100 ohmios y para los apoyos situados en zona frecuentada y de pública concurrencia será de 20 Ω .

3.1.8.3.- PEANA.

Se realizará con hormigón H-200, de forma que el macizo de hormigón sobresalga del nivel del terreno como mínimo 15 cm. y termine en punta de diamante, para facilitar el deslizamiento del agua, enluciéndola con hormigón rico en cemento. Se tendrá la precaución de dejar un taladro en la base para poder colocar el cable de tierra de las columnas. Este deberá salir a unos 50 cm. por debajo del nivel del suelo, en la parte superior de la peana, junto a un angular o montante.

En las hojas de cálculo se indican dimensiones de los macizos para terrenos normales y rocosos, excluidos los flojos, sueltos y con agua que deberán ser calculados caso por caso.

En los apoyos colocados en zonas de pública concurrencia se prolongará la peana hasta una altura de dos metros del suelo, sobre las dimensiones de la cimentación. Dicha prolongación se hará con ladrillo macizo y se rematará a la tirolesa. Se tendrá la precaución de terminarla también en punta de diamante, así como prever en su base unos orificios para salida de agua de filtraciones, etc. Si el apoyo llevase un seccionador III con mando en la base, el recrecimiento de la peana sería por la cara interior del apoyo:

A juicio del Director de obra se podrá sustituir la peana anterior por un juego de chapas antiescalo de la misma altura, de acero galvanizado de 3 mm de espesor como mínimo.

3.1.9.- TENDIDO, TENSADO Y RETENCIONADO.

Las flechas y tensiones de tendido se ajustarán a las dadas en las en las recomendaciones UNESA para cables LA, tense límite estático-dinámico.

En los tendidos con cables de aluminio deberán tenerse en cuenta los siguientes factores:

1. Se tenderán siempre en bobina y utilizando poleas guía en todos los apoyos.
2. Se evitará en todo lo posible que el cable toque el suelo, ya que el contacto con la tierra, al contener ésta sales, puede producir depósitos de ésta en el conductor que produzcan efectos químicos que lo deterioren. Además, en los cables engrasados puede hacer disminuir la cantidad de grasa lo que facilitaría una rápida corrosión del cable.
3. Es imprescindible utilizar material apropiado, tanto para empalmes como amarres, para evitar la formación de pares eléctricos. Especial atención se prestará a evitar la formación instantánea de alúmina, cepillando la parte de cable a conexionar, impregnando previamente de grasa neutra o vaselina.
4. No se utilizará para estos tendidos material que anteriormente haya estado en contacto con conductores de cobre (aisladores, etc.).
5. Las mordazas (ranas) de las trócolas utilizadas para el tensado de estos conductores serán apropiadas para aluminio.
6. Los estribos de las grapas se apretarán siempre con llaves dinamométricas a los pares de apriete indicados por el fabricante.
7. Los empalmes se efectuarán siempre con manguitos normalizadas por IBERDROLA

DISTRIBUCIÓN, apropiados a cada sección. Cuando se utilicen accesorios preformados se seguirán las normas apropiadas para la perfecta elaboración de las conexiones, empalmes, etc.

8. Cuando sea necesario realizar cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc., será imprescindible la colocación de postes de madera u hormigón, siempre que no se hormigonen, para el paso de los conductores. Se colocarán dos postes a cada lado de la carretera o línea y uno en su parte superior transversal, de tal forma que, aunque se afloje el conductor, éste no llegue nunca a tocar la línea que se trata de cruzar.
9. Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta pasados 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del director de obra.
10. Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, etc., para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones, sobre todo en los apoyos de ángulo y anclaje.
11. El tendido de los conductores se realizará exclusivamente con dinamómetro de escala adecuada al uso en cuestión.
12. El contratista será responsable de los deterioros que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

3.1.10.-MONTAJES DIVERSOS.

3.1.10.1.- JUEGOS TRIFÁSICOS DE CORTOCIRCUITOS FUSIBLES UNIPOLARES PARA ACCIONAMIENTO POR PÉRTIGA.

Para la colocación de estos juegos de cortocircuitos se emplearán armados normalizados y se realizará de acuerdo con el plano de detalle correspondiente.

La toma de tierra debe ser del tipo “anillo dominador de potencial”.

3.1.10.2.- SECCIONADOR TRIFÁSICO CON ACCIONAMIENTO POR MANDO DESDE LA BASE DE APOYO.

Para la colocación del seccionador se colocarán armados normalizados y se realizará de acuerdo con el plano de detalle correspondiente.

Se tendrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando.

La “plataforma del operador” consiste en una placa de hormigón de 70x70x7 cm., armado con un emparrillado de aproximadamente 20x20 cm y hierro Ø 4 mm. como mínimo, unido a la toma de tierra del anillo dominador de potencial.

3.1.10.3.- NUMERACIÓN DE APOYOS Y COLOCACIÓN DE PLACAS DE AVISO DE PELIGRO ELÉCTRICO.

Se numeraran los apoyos con pintura negra; ajustándose dicha numeración a la dada en el proyecto. En el supuesto de alguna variación durante la

ejecución, se consultará con el Director de Obra la nueva numeración. Las cifras serán legibles desde el suelo.

También se les colocará placas señalizadoras de “peligro eléctrico”, en n° de dos para los apoyos situados en zonas frecuentadas de Pública Concurrencia y en n° de uno para el resto de los hoyos.

Estas placas se colocarán con tornillos o con otro método que asegure una sujeción firme, no admitiéndose la sujeción mediante alambre.

Cumplirán en todo momento la recomendación UNESA 0203.

Se situarán a una altura visible y legible desde el suelo pero sin acceso directo desde el mismo a una altura mínima de 2 m.

3.1.11.- TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN.

Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir, la distancia entre el eje de dicho apoyo a la alineación real, debe ser inferior a $10+(D/100)$, expresada en centímetros.

Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo.

Altura de flechas.

La diferencia máxima entre la flecha medida y la indicada en las tablas de tendido no deberá superar un + 2,5 %.

CAPITULO II

3.2.-LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSION.

3.2.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN

3.2.1.1.- CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN.

Su sección será la indicada en el proyecto de cada línea y serán del tipo indicado en el proyecto.

Conductores.

Los conductores a emplear tendrán las siguientes características generales :

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 semiconductoras aplicada por extrusión.

Aislamiento : Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).

Pantalla sobre el aislamiento : Una capa de mezcla semiconductoras pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contra espira 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 mm²	Sección pantalla mm²
HEPRZ1	12/20	150	16
		240	16
		400	16
	18/30	150	25
		240	25
		400	25

Las tensiones nominales serán de 20 ó 30 Kv, y para los cálculos de cualquier tipo se considerará un $\cos \varphi = 0,9$.

Algunas otras características importantes serían :

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	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	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.

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 $t \leq 5s$
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 Uo/U Kv	Sección nominal de los conductores mm ²	Intensidad
		3 unipolares
12/20	150	330
	240	435
	400	560
18/30	150	330
	240	435
	400	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

Tabla 6
Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en KA (Incremento de temperatura 160 θ en °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	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
	18/30	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 semiconductor exterior (alambres no embebidos).

- Cubierta exterior poliolefina (Z1).
- Temperatura inicial pantalla: 70°C.
- Temperatura final pantalla: 180°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.

3.2.2.- TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, PROTECCIONES, CRUCES Y PARALELISMOS.

3.2.2.1.- TENDIDO.

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos) .

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica

El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.

La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena. En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos).

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm² ó al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo y marrón, cada 1,5 m.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos. En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 25 cm. La separación entre dos cables multipolares dentro de una misma banda será de 10 cm, como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínima de 10 cm entre líneas.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta

3.2.2.2.- TERMINALES Y EMPALMES.

En alta tensión cumplirán con lo indicado en las Normas NI 56.80.02 y NI 72.83.00.

Los terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto de la red y estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del cable. Serán de exterior o enchufables.

Confección de terminales.

Se utilizarán los del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para sus instalaciones las instrucciones y normas del fabricante, así como las reseñadas a continuación.

En la ejecución de los terminales, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa

semiconductora. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.

Los elementos que controlan el gradiente de campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.

Los Empalmes serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto. Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar.

Confección de empalmes.

La ejecución de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura.

Los manguitos para la unión de las cuerdas serán los indicados por Iberdrola, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique el fabricante, teniendo la precaución de que durante la maniobra del montaje del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor.

En la ejecución de empalmes en cables, se tendrá especial cuidado en la curvatura de las fases, realizándola lentamente para dar tiempo al desplazamiento de cable y no sobrepasando en ningún punto el radio mínimo de curvatura.

3.2.2.3.- PROTECCIONES.

Protecciones contra sobreintensidades.

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos.

Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

Protección contra sobreintensidades de cortocircuito.

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades

de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Protección contra sobretensiones.

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen. Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión.

Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autoválvulas, lo que establece en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

3.2.2.4.- CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 15 veces el diámetro del cable.

Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.

3.2.3.- ACCESORIOS.

Empalmes y Terminales.

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Terminales.

Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en NI 56.86.01.

En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la NI 56.80.02.

Terminales de exterior normalizados

Designación	Tensión Kv	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor
TES/24-R/50		50	
TES/24-R/150÷240	24	150 y 240	
TES/24-R/400		400	Al
TES/36-R/50		50	
TES/24-D/150÷240	24	150 y 240	
TES/24-D/400		400	
TES/36-D/50		50	

Terminales enchufables normalizados

Designación	Conector Pasatapas	Tensión Kv	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor
TER1S/24/50	C1S	24		
TEA1S/24/50			50	
TEA2R/24/240/sDC	C2R	24	240	Al
TET2R/24/150			150	
TET3R/36/150			150	

Empalmes.

Las características de los empalmes serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Empalmes rectos unipolares normalizados

Designación	Tensión Kv	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor
E1S/24-R/150÷240	24	150 y 240	Al
E1S/24-R/400		400	

3.2.4.- OBRA CIVIL.

3.2.4.1.- MATERIALES.

Arena.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas.

Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE).

Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm.

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.

Ladrillo para fábrica.

Los ladrillos empleados para la ejecución de fábricas serán de ladrillo cocido y de dimensiones regulares, y a ser posible enteros.

Tubos termoplásticos.

Los tubos serán de material termoplástico (libre de halógenos) de un diámetro de 160 mm, como mínimo.

Hormigones.

Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón EH 90.

El hormigón a utilizar en los rellenos y asientos de los tubos, en su caso, será del tipo H125.

Loseta hidráulica.

La loseta hidráulica empleada en la reposición de pavimentos será nueva y tendrá la textura y tonos del pavimento a reponer.

Asfaltos.

Los pavimentos de las capas de rodadura en las calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío o caliente, etc. o tipo de cada uno de estos (cerrado, abierto...).

Retirada de tierras.

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevarán a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.

Rellenos de zanjas con tierras , todo-uno, zahorras, u hormigón.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas en identif. 29, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual.

Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.

El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente.

La compactación estará de acuerdo con el pliego de condiciones técnicas del municipio correspondiente.

En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas, no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón. El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida en las ordenanzas municipales, una vez compactado.

Rellenos de zanjas con tierras u hormigón.

El relleno de zanjas en cruces se realizará con todo-uno o zahorras, o con hormigón H 125, hasta la cota inferior del firme.

Asiento de cables con arena (tamiz 032 UNE) :

En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.

Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.

Asientos de tubos con hormigón H125 o con arena :

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena.

Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizándose las verificaciones oportunas (paso de testigo).

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón H125 o de arena, según el caso, y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón H125 o de arena, según el caso, hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas

Colocación protección mecánica.

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso.

Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

Pavimentos.

- Levante pavimento y pavimentación.
- Demoler pavimento y pavimentación.
- Pavimentación.
- Rotura y reposición de pavimentos.
- Tela asfáltica.
- Tierra-jardín.

En la rotura de pavimentos se tendrán en cuenta las disposiciones dadas por las entidades propietarias de los mismos.

La rotura del pavimento con maza está prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, como con tajadera.

En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose de forma que no sufran deterioro en el lugar que molesten menos a la circulación.

El resto del material procedente del levantado del pavimento será retirado a vertedero.

Los pavimentos serán repuestos con las normas y disposiciones dictadas por los organismos competentes o el propietario.

Para la reconstrucción de las soleras de hormigón de la acera, una vez concluido el relleno de las zanjas, se extenderá una tongada de hormigón con características H125, que ocupando todo el ancho de la zanja, llegue hasta la capa superior del firme primitivo; este nuevo firme tendrá el mismo espesor del primitivo, pero nunca inferior a 10 cm.

En la reconstrucción de las bases de hormigón de las calzadas, se procederá del mismo modo que en las aceras, pero con espesores mínimos de 20 cm.

Una vez transcurrido el plazo necesario para comprobar que el hormigón ha adquirido la resistencia suficiente, se procederá a la reconstrucción de los pavimentos o capas de rodadura.

Para la reconstrucción de pavimentos de acera de cemento, se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero de dosificación 175 kg ó 200 kg, en el que una vez alisado, se restablecerá el dibujo existente.

Para la reconstrucción de los pavimentos de loseta hidráulica se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero semiseco de dosificación 175 ó 200 kg, y una vez colocadas las

losetas hidráulicas, se recargará, primero con agua, y luego con una lechada de cemento. En ningún caso se realizará la reconstrucción parcial de una loseta hidráulica. De darse tal necesidad, se comenzará por levantar, previamente, la parte precisa para que el proceso afecte a losetas hidráulicas completas.

En la reconstrucción de capas de rodadura de empedrado sobre hormigón, se extenderá un mortero semiseco de 175 ó 200 kg de dosificación sobre la infraestructura de hormigón.

Una vez colocado el adoquín, se regará primero con agua y luego con una lechada de cemento. El pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva.

Para la reinstalación de bordillos, bien graníticos o prefabricados de hormigón, se colocarán siempre sentados sobre hormigón H125 y mortero de 175 kg ó 200 kg de dosificación. La solera de hormigón tendrá un espesor mínimo de 30 cm.

Para la reconstrucción de la capa de rodadura de aglomerado asfáltico o asfalto fundido, se levantará del pavimento existente, una faja adicional de 5 cm de anchura a ambos lados del firme de hormigón, cortado verticalmente. Una vez retirados los sobrantes producidos y limpia la totalidad de la superficie, se procederá a la extensión del nuevo material, que tendrá idénticas características que el existente, sobre la infraestructura de hormigón ya creada.

Después de su compactación, el pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva.

La reconstrucción de pavimentos o capas de rodadura de tipo especial, tales como losas graníticas, asfalto fundido, loseta asfáltica, etc., se realizará adaptando las normas anteriores al caso concreto de que se trate.

Una vez terminada la reposición de los pavimentos, éstos presentarán unas características homogéneas con los pavimentos existentes, tanto de materiales como de colores y texturas.

La reposición de tierra-jardín, se realizará de acuerdo con las disposiciones dictadas por los Organismos Competentes o por el propietario.

Colocación marco y tapa.

En la cabeza de las arquetas registrables se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto, debidamente enrasados con el pavimento correspondiente. Los marcos se recibirán con mortero M250.

Colocación de arquetas y calas de tiro.

En los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas se dispondrá preferentemente de calas de tiros y excepcionalmente de arquetas ciegas, arquetas de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable.

No se admitirán ángulos inferiores a 90°, y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el suelo acondicionado previamente, y debidamente niveladas. Las arquetas "in situ" y sus suplementos, se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21.

Las arquetas ciegas se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21

Perforaciones horizontales (topo).

Las perforaciones en horizontal por medios mecánicos mediante máquina especial adecuada, se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El número de tubos y diámetro de estos será el indicado en el proyecto.

Perforaciones de muros (hormigón o mampostería).

La rotura de muros se realizará con maquinaria apropiada (compresor/martillo), colocando tubos rectos termoplásticos, separados entre sí 2 cm y sobre paredes del hueco abierto 5 cm, recibiendo los tubos con mortero M250.

3.2.5.- ZANJAS. EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO

Formas de canalizaciones.

La ejecución de las instalaciones de líneas subterráneas de AT se realizará básicamente en los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones enterradas.
- Canalizaciones entubadas por aceras.
- Cruces por calzadas.
- Canalizaciones en galería o instalación al aire.

Trazado.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitándose ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si hay posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que durante las operaciones del tendido, deben tener las curvas en función de la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces,...).

La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

Señalización.

La cinta de señalización de la existencia de conductores eléctricos, tendrá la calificación de Material Aceptado.

Las cintas de identificación serán de color amarillo, marrón o verde. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno, con el anagrama de IBERDROLA. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

Los cables deben estar perfectamente identificados en las celdas o cuadros de maniobra. Cuando la señal colocada en las celdas o en los cuadros de maniobra no pueda identificar al mismo tiempo, al cable y al elemento de maniobra, se colocarán dos señales SILSAT idénticas, una en el elemento de maniobra y la otra en el cable.

En aquellos casos que sea necesario identificar el cable a lo largo de su trazado, bien sea para diferenciarlo de otros cables o para indicar la propiedad del mismo, se utilizará una señal SILSAT con el texto apropiado a cada caso. Esta identificación es fija y debe permanecer invariable, a pesar de los posibles cambios de esquema, por lo que no deberá estar relacionada con la información derivada de los extremos del cable.

La colocación de las señales autoadhesivas se hará de acuerdo con los criterios establecidos en las normas de la compañía suministradora.

Identificación.

La identificación de las líneas subterráneas de AT se hará mediante señales autoadhesivas SILSAT que se instalarán en las celdas o cuadros de maniobra, en los enlaces con líneas aéreas y en los cables. Estas señales serán de color azul y con los textos serigrafiados en blanco, de dimensiones 105x37 mm, las características restantes serán las especificadas en la NI 29.05.04.

Estas señales estarán divididas en dos partes por medio de una raya blanca de trazo continuo y de 0,4 mm de ancho. La parte superior contendrá los datos de identificación correspondientes al lugar de procedencia o destino y la parte inferior se destinará a la identificación de línea.

La información de una señal SILSAT responderá a lo siguiente :

- Identificación del lugar de procedencia o destino con los datos siguientes:
 - Tipo de instalación, según las abreviaturas establecidas en la tabla 1.
 - N° de la instalación que constará de 4 ó 5 dígitos tal como se fija en la tabla 1.
 - Denominación de la instalación.

- Identificación de la línea, de acuerdo con las normas de la Compañía Suministradora.

3.2.6.- NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones de L.S.M., se realizarán dando cumplimiento a lo especificado en la Reglamentación vigente. Al no existir un Reglamento específico sobre Líneas Subterráneas, se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a Instalaciones Subterráneas de MT contenida en los Reglamentos siguientes:

- Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 3.151/1968 de 28-11-68, y publicado en el B.O.E. del 27-12-68.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el B.O.E. 1-8-84.

A los efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en Concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno e imposición de servidumbres, se aplicará lo previsto en la Ley 54/1997 del 27 de noviembre del Sector Eléctrico en todo aquello en que esté en vigor, y en aquellos puntos que no estén desarrollados, lo establecido en la Ley 10/1966 de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas, y en el Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2.619/1966 de 20 de octubre, publicado en el B.O.E. número 254 del mismo año.

Las derivaciones de estas redes serán realizadas desde celdas de derivación situadas en Centros de Transformación o desde líneas aéreas.

La caída de tensión máxima admisible se regirá por los mismos criterios establecidos para las líneas aéreas. Igualmente se tendrá en cuenta lo indicado en dicho apartado, en cuanto a la selección desde el punto de vista de pérdidas.

Cuando se trate de líneas que vayan a constituir una red en anillo, en todas ellas se mantendrá una sección constante.

En este Pliego se establece un solo tipo de línea subterránea con cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco extruido, sus características vienen fijadas por las características del aislamiento del cable.

Ejecución.

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.

En las zonas donde existan servicios de Iberdrola instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas se abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos los de Iberdrola queden agrupados en la misma zanja.

Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en los proyectos tipo a que hace referencia el Capítulo II de las Normas Particulares.

En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

Sistemas de ejecución de Accesorios.

Para los diferentes tipos de accesorios se establecen, exclusivamente, los siguientes sistemas de ejecución:

- retráctil en frío (R).
- Deslizante (D).
- Enchufable.

En la siguiente tabla se indican los sistemas de ejecución.

Sistemas de ejecución	Empalmes	Terminales
Retráctil en frío	X	X
Deslizante		X
Enchufable		X

Tornillería de conexión.

La tornillería será de paso, diámetro y longitud indicada para cada terminal.

Estarán protegidos contra la oxidación por una protección adecuada.

Colocación de tapón para tubo.

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

Sellado de tubos.

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

Encañado de líneas :

Pruebas eléctricas.

Antes de ser conectado a la red, el cable se someterá a las verificaciones necesarias para detectar los posibles daños producidos durante la manipulación del cable y accesorios. Se comprobará la continuidad y orden de fases.

Se verificará la continuidad de la pantalla metálica.

Se realizarán los ensayos dieléctricos de la cubierta y , en su caso, del aislamiento.

Canalizaciones Directamente enterradas.

Estas canalizaciones de líneas subterráneas, deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.
- Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.3.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,8 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.

En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 0,10 m, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las

NI 52.95.01. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja teniendo en cuenta que entre los laterales y los cables se mantenga una distancia de unos 0,10 m.

A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en las normas de la Cia. Suministradora (NI 29.00.01.).

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de MT.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Canalización entubada.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las normas de la Cia. Suministradora (NI 52.95.03.).

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 Kv con cables de 400 mm² de sección y las líneas de 30 Kv (150, 240 y 400 mm² de sección) se colocarán tubos de 200 mm Ø, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mmØ destinado a este fin.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm \varnothing aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 Kv con cables de 400 mm² de sección y las líneas de 30 Kv (150, 240 y 400 mm² de sección) se colocarán tubos de 200 mm \varnothing , y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo (véase en planos).

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de hormigón H 125, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H 125 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H 125, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H125 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

Cruzamientos.

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

- Con calles, caminos y carreteras.

- En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 9.3 para canalizaciones entubadas. Los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial. El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

➤ Con ferrocarriles.

- Se considerará como caso especial el cruzamiento con Ferrocarriles y cuyos detalles se dan a título orientativo en el plano nº 11. Los cables se colocarán tal como se especifica en el apartado 9.3, para canalizaciones entubadas, cuidando que los tubos queden perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Los tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

➤ Con otras conducciones de energía eléctrica.

- La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en las normas de la Cia. Suministradora (NI 52.95.01) La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

➤ Con cables de telecomunicación.

- La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en las normas de la Cia. Suministradora (NI 52.95.01.) La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.

➤ Con canalizaciones de agua y gas.

- Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán las establecidas en las normas de la Cia. Suministradora (NI 52.95.01.) Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

➤ Con conducciones de alcantarillado.

- Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características las normas de la Cia. Suministradora (NI 52.95.01.)

➤ Con depósitos de carburante.

- Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

Paralelismos.

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

➤ Con otros conductores de energía eléctrica.

- Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica las características están establecidas en las normas de la Cia. Suministradora (NI 52.95.01.).

➤ Con canalizaciones de agua y gas.

- Se mantendrá una distancia mínima de 0,25m, con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 1m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, se adoptarán las siguientes medidas complementarias:
 - ❖ Conducción de gas existente: se protegerá la línea eléctrica con tubo de plástico envuelto con 0,10 m de hormigón, manteniendo una distancia mínima tangencial entre servicios de 0,20 m.
 - ❖ Línea eléctrica existente con conducción de gas de Alta Presión, se recubrirá la canalización del gas con manta antirroca interponiendo una barrera entre ambas canalizaciones formada con una plancha de acero; si la conducción del gas es de Media/Baja Presión se colocará entre ambos servicios una placa de protección de plástico. Las características vienen fijadas en las normas de la Cia. Suministradora (NI 52.95.01.).
 - ❖ Si la conducción del gas es de acero, se dotará a la misma de doble revestimiento.

Derivaciones.

No se admitirán derivaciones en T y en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

Puesta a Tierra.

➤ Puesta a tierra de cubiertas metálicas.

- Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

➤ Pantallas.

- Tanto en el caso de pantallas de cables unipolares como de cables tripolares, se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos.

CAPITULO III

3.3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

3.3.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES.

3.3.1.1.- OBRA CIVIL.

Las envolventes empleadas 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.

3.3.1.2.- 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.

3.3.1.3.- TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

El transformador instalado en este Centro de Transformación será trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el

primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Este transformador se instala, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación.

El transformador, para mejor ventilación, estará situado en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.3.1.4.- 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 aparata 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 CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparata interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.3.2.- 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.

3.3.3.- 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.

3.3.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

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

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

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

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

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

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

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

3.3.5.- 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.

3.3.6.- 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.

Cartagena, 31 Julio de 2008.

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

D. JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ

PRESUPUESTO

CAPÍTULO I

4.1.- LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN.

Orden	Descripción	Uds.	Mediciones			Resultado		Precio	Importe
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total		
4.1	LAMT 20 KV								
4.1.1	ud Apoyo tipo 12 C-1.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 12 C-1.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
	Total partida 1.1 (Euros)					1,00	597,86	597,86	
4.1.2	ud Apoyo tipo 12 C-2.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 12 C-2.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
	Total partida 1.2 (Euros)					3,00	815,33	2.445,99	
4.1.3	ud Apoyo tipo 14 C-1.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 14 C-1.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
	Total partida 1.3 (Euros)					5,00	613,63	3.068,15	
4.1.4	ud Apoyo tipo 14 C-2.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 14 C-2.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
	Total partida 1.4 (Euros)					3,00	923,88	2.771,64	
4.1.5	ud Apoyo tipo 18 C-1.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 18 C-1.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
	Total partida 1.5 (Euros)					3,00	975,78	2927,34	

Orden	Descripción	Uds.	Mediciones			Resultado		Precio	Importe
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total		
4.1.6	ud Apoyo tipo 18 C-2.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 18 C-2.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
Total partida 1.6 (Euros)						3,00	1.370,59	4.112,70	
4.1.7	ud Apoyo tipo 16 C-1000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 16 C-1000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
Total partida 1.7 (Euros)						1,00	648,36	648,36	
4.1.8	ud Apoyo tipo 18 C-2.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 18 C-2.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
Total partida 1.8 (Euros)						3,00	1.370,59	4.112,70	
4.1.9	ud Apoyo tipo 14 C-2.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 14 C-2.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
Total partida 1.9 (Euros)						3,00	1.195,33	3.585,99	
4.1.10	ud Apoyo tipo 16 C-2.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 16 C-2.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
Total partida 1.10 (Euros)						1,00	1.250,59	1.250,59	
4.1.11	ud Apoyo tipo 20 C-2.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 20 C-2.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
Total partida 1.11 (Euros)						2,00	1.678,43	3.356,86	

Orden	Descripción	Uds.	Mediciones			Resultado		Precio	Importe
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total		
4.1.12	ud Apoyo tipo 16 C-3.000 UNESA Apoyo metálico de celosía galvanizado tipo 16 C-3.000 UNESA, montado y colocado, i/excavación y cimentación.								
	Total partida 1.12 (Euros)					1,00	1.860,89	1.860,89	
4.1.13	ud Bóveda capa BC3-B, colocada Cruceta metálica galvanizada tipo BC3-B para apoyos de celosía, montada y colocada.								
	Total partida 1.13 (Euros)					8,00	361,39	2.891,12	
4.1.14	ud Cruceta recta RC3-20/5 colocada Cruceta metálica galvanizada tipo RC3-20/5 para apoyos de celosía, montada y colocada.								
	Total partida 1.14 (Euros)					2,00	193,39	386,78	
4.1.15	ud Cruceta recta RC2-B Cruceta metálica galvanizada tipo RC13-15 para apoyos de celosía, montada y colocada.								
	Total partida 1.15 (Euros)					2,00	232,23	464,46	
4.1.16	ud Cruceta BP2-A, colocada Cruceta metálica galvanizada tipo BP2-A para apoyos de celosía, montada y colocada.								
	Total partida 1.16 (Euros)					6,00	232,52	1.395,12	
4.1.17	ud Cruceta BP3-A, colocada Cruceta metálica galvanizada tipo BP3-A para apoyos de celosía, montada y colocada.								
	Total partida 1.17 (Euros)					1,00	267,52	267,53	

Orden	Descripción	Uds.	Mediciones			Resultado		Precio	Importe
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total		
4.1.18	ud Cadena vertical suspensión 2 U-70-BS Cadena vertical de suspensión U-70-BS de dos elementos completa, i/ grapa de amarre, horquilla bola y grillete, montada y colocada.								
Total partida 1.18 (Euros)						21,00	40,84	857,64	
4.1.19	ud Cadena horizontal amarre 2 U-70-BS Cadena horizontal de amarre U-70-BS de dos elementos completa, i/ grapa de amarre, horquilla bola y grillete, montada y colocada.								
Total partida 1.19 (Euros)						78,00	44,31	3.456,18	
4.1.20	kg Conductor desnudo Al- Ac LA-56 Conductor desnudo Al-Ac LA-56, tendido, colocado y retencionado.	3,00	2.872	0,189Kg/m		1.628,424			
Total partida 1.20 (Euros)						1.628,424	4,45	7.246,48	
4.1.21	ud Juego seccionadores unipolar intemperie 24kV/400A Juego seccionadores unipolares de intemperie accionables por pértiga, 24kV/400A, montados y colocados.								
Total partida 1.21 (Euros)						2,00	499,42	998,84	
4.1.22	ud Juego XS-24kV/200A Cortacircuito Juego XS-24kV/200A Cortacircuitos seccionadores de intemperie con fusibles de expulsión, montados y colocados.								
Total partida 1.22 (Euros)						2,00	380,14	760,28	
4.1.23	ud Juego pararrayos autovalvulares 24kV/5kA Juego pararrayos autovalvulares de resistencia variable, 24kV/5kA, i/ soporte, montados y colocados.								
Total partida 1.23 (Euros)						2,00	320,02	640,04	

Orden	Descripción	Uds.	Mediciones			Resultado		Precio	Importe
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total		
4.1.24	ud Cruceta operador Cruceta metálica galvanizada operador elementos de maniobra, montada y colocada.								
Total partida 1.24 (Euros)						2,00	147,95	295,90	
4.1.25	ud Entronque en tensión en LAMT 20 KV Entronque en tensión en LAMT 20 KV, con brigada y Agente Zona Trabajo, a justificar, i/ instalación de cruceta de salida y modificación de la existente.								
Total partida 1.25 (Euros)						1,00	1.890,00	1.890,00	
Total presupuesto Línea Aérea de Alta Tensión. (Euros)								52.289,44.	

CAPÍTULO II

4.2.- LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.

Orden	Descripción	Uds.	Mediciones			Resultado		Precio (€)	Importe (€)
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total		
4.2.1	m3 Excavación en zanjas por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de señalización, medidas de seguridad y medios auxiliares.								
Total partida 2.1 (Euros)							90	5	450
4.2.2	m3 Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado. (2.13)								
Total partida 2.2 (Euros)							90	13	1.170
4.2.3	m Tubo de P.V.C. Ø 160 mm, doble pared, lisa y corrugada, colocado, i/ p.p. de elementos de unión tubos.								
Total partida 2.3 (Euros)							250	4	1.000
4.2.5	Ml Placa de señalización eléctrica en PVC, con galces de unión, colocada en zanja, para señalización de línea subterránea.								
Total partida 2.5 (Euros)							125	3	375
4.2.6	m Cable de aluminio HEPRZ1, aislamiento mezcla etileno propileno de alto módulo HEPR, de sección 3x(1x240 mm ²), i/ dispositivo de puesta a tierra del cable, pequeño material y accesorios, tendido y conexionado.								
Total partida 2.6 (Euros)							375	23	8.625
Total presupuesto Línea Subterránea de Alta Tensión. (Euros)									11.620€

CAPÍTULO III

4.3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Obra civil.

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

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.

6.576,00 € 6.576,00 €

Total importe obra civil

6.576,00 €

Equipos de Media Tensión.

1 **cometida. CGMcosmos-RCi Celda modular, misión remonte de cables al embarrado.**

celda con envolvente metálica fabricada por ORMAZABAL, cuya misión será alojar los cables de alimentación cometida al embarrado del conjunto general de celdas. Se incluyen las siguientes características:

Un = 24 Kv

In = 400/630 A

Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm

Se incluyen el montaje y conexión

1 Entrada / Salida 1:
CGMcosmos L-24.

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- Un = 24 Kv
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.319,00 € 2.319,00 €

1 Protección General:
CGMcosmos P-24.

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

- $U_n = 24 \text{ Kv}$
- $I_n = 400 \text{ A}$
- $I_{cc} = 16 \text{ KA} / 40 \text{ KA}$
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando (fusibles): manual tipo BR
- Relé de protección: ekorRPT-201A

Se incluyen el montaje y conexión.

4.485,00 €

4.485,00 €

1 Medida:
CGMcosmos M-24.

Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexicionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

- $U_n = 24 \text{ Kv}$
- Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm

Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.

Se incluyen el montaje y conexión

5.713,00 €

5.713,00 €

Total importe aparata de A.T.

13.118 €

Equipo de potencia.

<p>1 Transformador 1: Transformador aceite 24 Kv.</p> <p>Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 Kv y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.</p> <p>Se incluye también una protección con Termómetro.</p>	<p>6.697,00 €</p>	<p>6.697,00 €</p>
<p>Total importe equipos de potencia</p>		<p>6.697,00 €</p>

Equipo de Baja Tensión.

<p>1 Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles.</p> <p>Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Interruptor manual de corte en carga de 800 A. · Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 4 Salidas · Tensión nominal: 440 V · Aislamiento: 10 Kv · Dimensiones: Alto: 1820 mm Ancho: 580 mm Fondo: 300 mm 	<p>2.689,00 €</p>	<p>2.689,00 €</p>
<p>1 Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador.</p> <p>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 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.</p>	<p>389,00 €</p>	<p>389,00 €</p>

1	Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida.		
	Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.		
		2.556,00 €	2.556,00 €
	Total importe equipos de BT		5.634,00 €

Sistema de puesta a tierra.

Instalaciones de Tierras Exteriores.

1	Tierras Exteriores Protección Transformación: Anillo rectangular		
	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.		
	El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.		
	Características:		
	<ul style="list-style-type: none"> · Geometría: Anillo rectangular · Profundidad: 0,5 m · Número de picas: cuatro · Longitud de picas: 2 metros · Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m 		
		1.223,00 €	1.223,00 €

1	Tierras Exteriores Serv. Transformación: Picas alineadas		
	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.		
	Características:		
	<ul style="list-style-type: none"> · Geometría: Picas alineadas · Profundidad: 0,8 m · Número de picas: dos · Longitud de picas: 2 metros · Distancia entre picas: 3 metros 		
		601,00 €	601,00 €

Instalaciones de Tierras Interiores.		□
1	Tierras Interiores Prot. Transformación: <i>Instalación interior tierras</i>	□
	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	□
	403,00 €	403,00 €
1	Tierras Interiores Serv. Transformación: <i>Instalación interior tierras</i>	□
	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	□
	403,00 €	403,00 €
Total importe sistema de tierras		2.630,00 € □

Varios.

Defensa de Transformadores.		□
1	Defensa de Transformador: <i>Protección física transformador.</i>	□
	Protección metálica para defensa del transformador.	□
	233,00 €	233,00 €
1	Iluminación Edificio de Transformación: <i>Equipo de iluminación.</i>	□
	Equipo de iluminación compuesto de:	□
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. • Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. 	□
	389,00 €	389,00 €

1 Maniobra de Transformación:
Equipo de seguridad y maniobra

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes de amianto
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

480,00 € 480,00 €

Total importe de varios

1.102,00 €

PRESUPUESTO TOTAL

Total importe obra civil.	6.576,00 €	<input type="checkbox"/>
Total importe aparamenta de MT .	13.118,00 €	<input type="checkbox"/>
Total importe equipos de potencia.	6.697,00 €	<input type="checkbox"/>
Total importe equipos de BT.	5.634,00 €	<input type="checkbox"/>
Total importe sistema de tierras.	2.630,00 €	<input type="checkbox"/>
Total importe de varios.	1.102,00 €	<input type="checkbox"/>
Total presupuesto Centro de Transformación. (Euros)	35.757,00 €	<input type="checkbox"/>

CAPÍTULO IV

4.4.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

DESCRIPCIÓN	IMPORTE EUROS
LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN Y ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO.	52.289,44
LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.	11.620,00
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	35.757,00
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.	99.666,44
GASTOS GENERALES 14 %. 13.953,24	
BENEFICIO INDUSTRIAL 6 %. 5.979,98	
PARCIAL	119.599,66
IMPUESTO VALOR AÑADIDO 16 %	19.135,99
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	138.735,60

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución por Contrata a la figurada cantidad de **CIENTO TREINTA Y OCHO MIL SETECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS.**

Cartagena, 31 Julio de 2008.

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

D. JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ



PROYECTO FINAL DE CARRERA

Título.

PROYECTO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A UNA ESTACIÓN DE BOMBEO MEDIANTE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 KV Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 630 KVA.

Alumno.

JORGE MARTÍNEZ GIMÉNEZ.

Titulación.

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL.

Especialidad.

ELECTRICIDAD.

Universidad.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.

INDICE

MEMORIA

CÁLCULOS

PLIEGO DE CONDICIONES

PRESUPUESTO

PLANOS

ANEXO I

ANEXO II

ANEXO III