



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

LÍNEA AÉREA Y SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PARA ALIMENTACIÓN DE PARCELA AGRARIA EN SARIEGOS DEL BERNESGA.

León, Diciembre de 2015

Autor: Álvaro González Nieto

Tutor: Alberto González Martínez

El presente proyecto ha sido realizado por D. Álvaro González Nieto, alumno/a de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería de la Energía.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. Alberto González Martínez, profesor/a del Grado en Ingeniería de la Energía.

Visto Bueno

Fdo.: D. Álvaro González Nieto
El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D. Alberto González Martínez
El Tutor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

En el siguiente proyecto técnico se exponen todos los documentos necesarios para la colocación de una línea de Media Tensión en la provincia de León para alimentación de una parcela agraria.

OBJETO	Suministro de energía eléctrica a finca agraria.
SITUACIÓN	Provincia de León, Finca "Valdesanchos" en la Parcela nº 10224, situada en el polígono 16, perteneciente al municipio de SARIEGOS DEL BERNESGA (LEON).
PROMOTOR	Inmaculada Aller Fernández N.I.F. 78762897-L Calle Encinar nº7, 24010 Trobajo del Camino
EXPEDIENTE IBERDROLA	9843635384
ORGANISMOS AFECTADOS POR SEPARATAS	NINGUNO
ENLACE EN RED DE MEDIA TENSIÓN S.T.R de origen: Línea de entronque: Tensión: Tipo de instalación: Tipo de cables: Sección de cables: Origen de línea Final de línea: Longitud:	S.T.R. SARIEGOS DEL BERNESGA L.M.T AZADINOS 20 kV Aérea y subterránea LA-56 (aérea) Al RHZ1-OL (subterránea) 54,6 mm ² (aérea) 95 mm ² (subterránea) Apoyo nº1764 Centro de Transformación 60 metros aéreos. 9 metros subterráneos.
RED DE BAJA TENSIÓN Tipo de instalación: Tensión:	Aérea y subterránea 400 V

Configuración:	Radial
Tipo de cable:	Al tipo RZ 0,6/1 kV/ RV 0,6/1 kV
Secciones:	50 mm ² (RZ) y 6 mm ² (RV)
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
Tipo de centro:	Cliente
Edificio:	Edificio prefabricado PFU 3-20
Aparamenta:	Fusibles expulsión XS (12 A) en apoyo nº1
Transformador.	Marca Jara
Refrigeración:	Aceite
Tensiones de M.T. y B.T.:	13,2/20 kV – 400 V
Potencial nominal:	50 kVA
Nº transformadores:	1
Nº líneas B.T:	1
PRESUPUESTO TOTAL	45.658, 55 EUROS

ABSTRACT

The following technical project supplies all the necessary documents in order to set up a high power line in the province of Leon which will provide electricity to an agricultural area

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN	3
ABSTRACT.....	4
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
1 Memoria.	1
1.1 Resumen de características.	1
1.1.1 Titular.....	2
1.1.2 Emplazamiento.	2
1.1.3 Compañía suministradora.....	3
1.1.4 Potencia unitaria del transformador y potencia total en kVA.....	3
1.2 Objeto del proyecto.	3
1.3 Reglamentación y disposiciones oficiales.	3
1.4 Titular	4
1.5 Emplazamiento.....	4
1.6 Características generales del Centro de Transformación.	6
1.7 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.	7
1.8 Descripción de la instalación.....	7
1.8.1 Instalación eléctrica.	7
1.8.2 Puesta a tierra.....	17
1.8.3 Instalaciones secundarias.	18
1.8.4 Instalación en Baja Tensión.	18
1.8.5 Conclusiones.	19
2 Anexo I: Cálculos.	20
2.1 Línea de derivación.	20
2.1.1 Cálculo de la densidad máxima de corriente admisible de la línea aérea y subterránea.....	20
2.1.2 Cálculo eléctrico de conductor de la acometida.	20
2.2 Cálculo de los apoyos.	22
2.2.1 Apoyos de alineación.	23
2.2.2 Apoyos para puntos firmes:.....	24

2.2.3	Apoyos de fin de línea.....	26
2.2.4	Apoyos de anclaje en alineación.....	26
2.2.5	Apoyos fin de línea.....	28
2.3	Crucetas.....	30
2.4	Acometida y Centro de Transformación.....	31
2.4.1	Intensidad de Media Tensión.....	31
2.4.2	Intensidad de Baja Tensión.....	31
2.4.3	Cortocircuitos.....	32
2.4.4	Dimensionado de los puentes de Media Tensión.....	33
2.4.5	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	34
2.4.6	Dimensionado del pozo apagafuego.....	34
2.4.7	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	34
3	Anexo III: Relación de afectados.....	43
4	Anexo IV: Programa de mantenimiento.....	43
4.1	Mantenimiento de la instalación de Alta Tensión.....	43
5	Pliego de condiciones.....	47
5.1	Objeto y campo de aplicación.....	47
5.2	Transporte y campo de aplicación.....	47
5.3	Emplazamiento.....	48
5.4	Apertura de zanjas.....	48
5.5	Canalización.....	49
5.6	Reposición del terreno.....	49
5.7	Arquetas.....	49
5.8	Método de montaje.....	50
5.9	Centro de transformación.....	52
5.9.1	Calidad de los materiales.....	52
5.10	Admisión de materiales.....	54
5.11	Recepción de obra.....	54
5.12	Pruebas reglamentarias.....	54
5.13	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	55
5.14	Certificados y documentación.....	56
6	Presupuesto.....	57
6.1	Instalación de Alta Tensión.....	57
6.2	Instalación en Baja Tensión.....	57

6.2.1	Protección de líneas.....	57
6.2.2	Líneas de Baja Tensión.....	57
6.3	Desmontables.	58
6.4	Documentación de la instalación.....	58
6.5	Centro de transformación.....	58
7	Estudio Básico de Seguridad y Salud.	60
7.1	Objeto.....	60
7.2	Ámbito de aplicación.....	60
7.3	Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra.	60
7.3.1	Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	60
7.3.2	Obligaciones de los contratistas y subcontratistas.	60
7.3.3	Obligaciones de los trabajadores autónomos.	61
7.3.4	Obligaciones del director facultativo de obra.	62
7.3.5	Libro de incidencias.	62
7.3.6	Paralización de los trabajos.	63
7.3.7	Otras normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra.....	63
7.4	Riesgos de la obra.	65
7.4.1	Identificación de riesgos laborales en obra.....	65
7.4.2	Propuestas de medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir los riesgos laborales en obra.....	65
7.5	Información útil para posibles trabajos posteriores de mantenimiento y conservación.....	71
7.6	Conclusión al Estudio Básico.....	71
8	Planos.....	1
	Lista de referencias.....	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Colocación de la línea sobre el terreno.	5
Figura 1.2 Línea sobre la finca correspondiente.....	5
Figura 1.3 Dimensiones y pesos.....	6
Figura 1.4 Conexión Línea Principal con Línea Acometida	8
Figura 1.5 Formación de cadenas.	8
Figura 1.6 Cable subterráneo.....	9
Figura 1.7 Características del cable.	9
Figura 1.8 Cimentación para perfiles metálicos.	11
Figura 1.9 Centro de transformación con acometida subterránea.....	12
Figura 1.10 Transformador Jara.....	14
Figura 1.11 Características transformadores Jara.	14
Figura 1.12 Ejemplo de contador trifásico.....	17
Figura 2.1 Intensidades admisibles.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Resumen.....	2
Tabla 1.2 Referencia catastral de la finca.....	4
Tabla 1.3 Derivación.....	7
Tabla 1.4 Conductor aéreo.....	8
Tabla 1.5 Detalles de cimentación.....	11
Tabla 1.6 Características básicas del Centro de Transformación.....	13
Tabla 2.1 Características de los cables de AT.....	21
Tabla 2.2 Ecuaciones resistentes de apoyos metálicos.....	25
Tabla 2.3 Resumen de cálculo del apoyo.....	30
Tabla 2.4 Características del transformador y del fusible.....	33
Tabla 4.1 Protocolos tipo establecidos por la Junta de Castilla y León para el mantenimiento de líneas de Alta Tensión.....	45
Tabla 4.2 Protocolos tipo establecidos por la Junta de Castilla y León para el mantenimiento de líneas de Centros de Transformación.....	46
Tabla 6.1 Presupuesto Instalación en Alta Tensión.....	57
Tabla 6.2 Presupuesto Protección de Líneas.....	57
Tabla 6.3 Presupuesto Línea de Baja Tensión.....	58
Tabla 6.4 Presupuesto Desmontables.....	58
Tabla 6.5 Presupuesto Documentación.....	58
Tabla 6.6 Presupuesto Centro de Transformación.....	59

1 Memoria.

1.1 Resumen de características.

OBJETO	Suministro de energía eléctrica a finca agraria.
SITUACIÓN	Provincia de León, Finca "Valdesanchos" en la Parcela nº 10224, situada en el polígono 16, perteneciente al municipio de SARIEGOS DEL BERNESGA (LEON).
PROMOTOR	Inmaculada Aller Fernández N.I.F. 78762897-L Calle Encinar nº7, 24010 Trobajo del Camino
EXPEDIENTE IBERDROLA	9843635384
ORGANISMOS AFECTADOS POR SEPARATAS	NINGUNO
ENLACE EN RED DE MEDIA TENSIÓN S.T.R de origen: Línea de entronque: Tensión: Tipo de instalación: Tipo de cables: Sección de cables: Origen de línea Final de línea: Longitud:	S.T.R. SARIEGOS DEL BERNESGA L.M.T AZADINOS 20 kV Aérea y subterránea LA-56 (aérea) Al RHZ1-OL (subterránea) 54,6 mm ² (aérea) 95 mm ² (subterránea) Apoyo nº1764 Centro de Transformación 60 metros aéreos. 9 metros subterráneos.
RED DE BAJA TENSIÓN Tipo de instalación: Tensión: Configuración: Tipo de cable:	Aérea y subterránea 400 V Radial Al tipo RZ 0,6/1 kV/ RV 0,6/1 kV

Secciones:	50 mm ² (RZ) y 6 mm ² (RV)
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
Tipo de centro:	Cliente
Edificio:	Edificio prefabricado PFU 3-20
Aparamenta:	Fusibles expulsión XS (12 A) en apoyo nº1
Transformador.	Marca Jara
Refrigeración:	Aceite
Tensiones de M.T. y B.T.:	13,2/20 kV – 400 V
Potencial nominal:	50 kVA
Nº transformadores:	1
Nº líneas B.T:	1
PRESUPUESTO TOTAL	45.658, 55 EUROS

Tabla 1.1 Resumen.

1.1.1 Titular.

Se procederá a la colocación de una línea aérea, y una línea subterránea ambas de 20kV y 250 kVA y un Centro de Transformación dotado de un transformador de 50 kVA, en la localidad leonesa de Sariegos del Bernesga, siendo propiedad de la misma Inmaculada Aller Fernández con N.I.F número 78762897-L.

El apoyo de entronque desde el que se deriva es propiedad de la compañía suministradora IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

1.1.2 Emplazamiento.

Las obras tendrán lugar en la localidad de Sariegos del Bernesga, situada en la provincia de León.

Los terrenos donde se sitúa la línea pertenecen al titular de los terrenos.

En el apoyo perteneciente a la compañía suministradora IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U, se instalará una crucera de derivación y los elementos necesarios para poder derivar desde él al apoyo de seccionamiento. Dichos trabajos serán realizados por una empresa homologada por la Compañía Suministradora, a cargo del titular de las instalaciones.

Se instalará un apoyo de la línea de alimentación particular hasta el apoyo de entronque, y cumpliendo las condiciones de final de la línea de características C12/2000, se instalarán fusibles de expulsión XS.

La línea de alimentación particular que parte del apoyo nº1 hasta el CT que se instalará, es aérea con cable LA-56, de longitud aproximadamente igual a 60 m y su trazado transcurre por la parcela del titular de la instalación. La acometida desde el apoyo nº1 hasta el CT será subterránea de 9 metros, con cable tipo RHZ1-OL 12/20 kV H16 Al.

1.1.3 Compañía suministradora.

La compañía suministradora en la zona es IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U en Sariegos del Bernesga.

1.1.4 Potencia unitaria del transformador y potencia total en kVA.

Se contempla la instalación de un transformador de 50 kVA con refrigeración natural en aceite, siendo la tensión de entrada de 20 kV y una salida en baja tensión a 420 V.

1.2 Objeto del proyecto.

El siguiente proyecto tiene como objeto definir, dimensionar, justificar técnicamente y valorar todos y cada uno de los elementos integrantes de la línea y la acometida en M.T y el centro de transformación para suministrar energía eléctrica a una parcela de uso agrario.

Así mismo, se documentará las instalaciones correspondientes a:

- Justificación del apoyo nº1, que cumplirá las condiciones de final de la línea aérea de características C12/2000, y que debe soportar los fusibles de expulsión XS, un pararrayos, y los elementos de conversión de aérea a subterránea.
- Línea aérea de A.T. con conductor de LA-56, de unos 60 metros de longitud.
- Línea subterránea de A.T. con conductor tipo RHZ1-OL 12/20 kV H16 Al, de X metros, para la acometida al centro de transformación.
- Centro de transformación en edificio de obra civil, con un transformador de 50 kVA de potencia, tensión primaria de 20 kV y salida de 420 V.

La parte de la acometida a la línea de alta tensión, se ejecutarán con las bases contempladas en los correspondientes Proyecto Tipo de la Compañía Suministradora de la zona.

1.3 Reglamentación y disposiciones oficiales.

Normas generales:

- **Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión.** Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero.
- **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.** Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.** BOE núm. 68, de 19 de marzo de 2008.
- **Reglamento Electrotécnica de Baja Tensión.** Aprobado por Real Decreto 842/2002.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre,** por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E de 27 de Diciembre de 2000).

- **Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía eléctrica IBERDROLA, S.A.
 - M.T. 2.80.10-II – NORMAS PARTICULARES PARA INSTALACIONES ENLACE EN LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN.
 - M.T. 2.03.20-II – NORMAS PARTICULARES PARA INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN (HASTA 30 kV) Y BAJA TENSIÓN EN LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN.
- Proyecto tipo de IBERDROLA para Línea Aérea de Media Tensión con simple circuito con conductor de aluminio-acero de 54,6 mm² de sección MTDYC 2.21.60
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecuta la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

1.4 Titular

La línea aérea de alta tensión, la acometida subterránea de alta tensión y el Centro de Transformación serán propiedad de Doña Inmaculada Aller Fernández, con domicilio en Calle Encinar nº7, 24010 Trobajo del Camino, León, con N.I.F nº 78762897-L.

1.5 Emplazamiento.

Las obras se realizarán en la provincia de León, en el paraje “Valdesanchos” en la Parcela nº 10224, situada en el polígono 16 perteneciente al municipio de SARIEGOS DEL BERNESGA (LEON).

La referencia catastral de la finca corresponde con el número:

FINCA	REFERENCIA CATASTRAL
POLÍGONO 16 PARCELA nº 10224	24166A016102240000IO

Tabla 1.2 Referencia catastral de la finca.

La finca es de clase Rústico de uso Agrario

La finca queda dentro del término Municipal de Sariegos del Bernesga.

Los terrenos pertenecen al titular.



Figura 1.1 Colocación de la línea sobre el terreno.

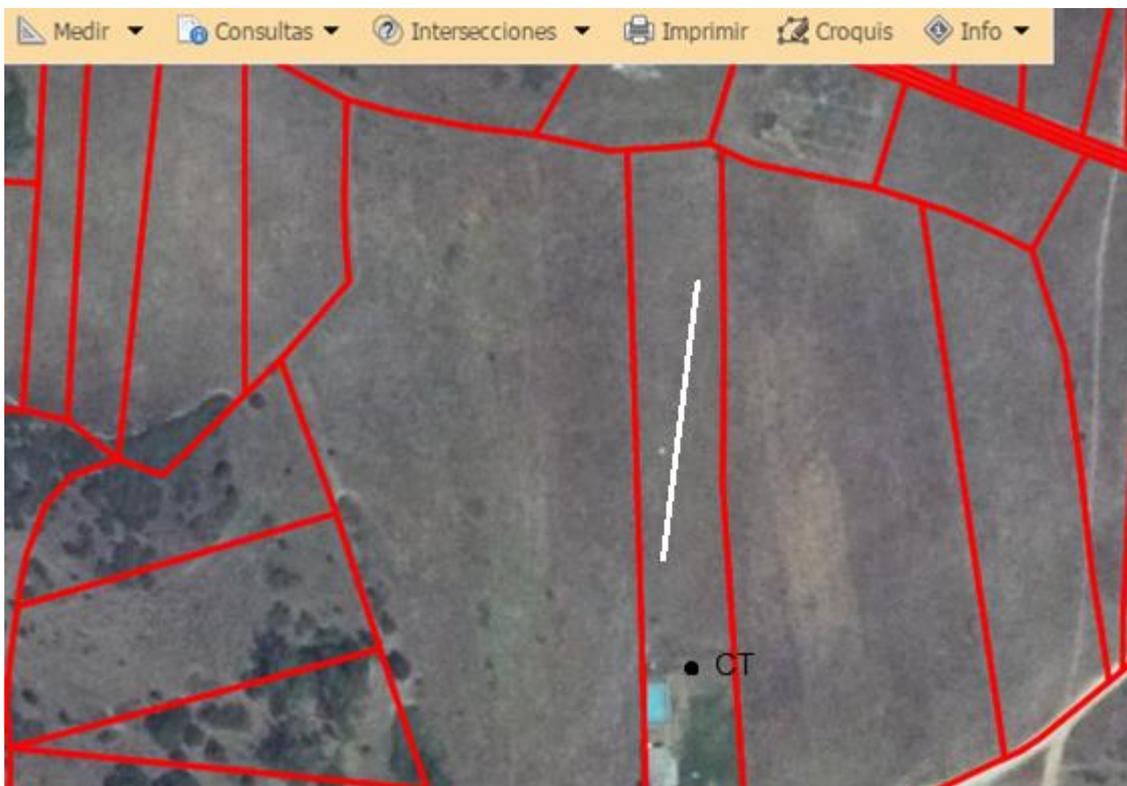


Figura 1.2 Línea sobre la finca correspondiente.

Se instalará un único apoyo nº1, de características C12/2000, perteneciente a la línea de alimentación particular, a unos 60 metros del apoyo de entronque, siendo este el nº1764

de la línea de Azadinos, cumpliendo las condiciones de apoyo de fin de línea con cadenas de amarre; en este apoyo nº1 se colocarán los fusibles de expulsión XS.

La línea aérea llegará el Centro de Transformación partiendo de ese apoyo y yendo hasta el mismo mediante una línea subterránea.

1.6 Características generales del Centro de Transformación.

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene como misión suministrar energía eléctrica, realizándose la medición de la misma en baja tensión.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV, y frecuencia industrial de 50 Hz, realizándose la acometida desde la línea aérea hasta el Centro de Transformación por medio de cables subterráneos tipo RHZ1-OL 12/20 kV H16 Al, interconectando esta línea con el transformador mediante una terminación EUROMOLD, de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

El edificio a usar será prefabricado, tipo PFU-3/20, construido íntegramente en fábrica, lo cual asegura calidad en la construcción, y además reduce los trabajos de obra civil necesarios para su ubicación. Tiene las siguientes características:

- Envolvente de hormigón armado vibrado.
- Una cubierta amovible prefabricada de hormigón.
- Dos puertas de acceso:
 - Una de acceso al equipo eléctrico situado en el interior
 - Otra de acceso al transformador.
- Varias rejillas de aire usadas para la ventilación natural.
- Debajo del transformador tiene un foso colector para recoger el aceite del mismo, y un lecho de guijarros cortafuegos.
- Orificios de entrada y salida de cables:
 - Uno frontal para acometidas aéreas.
 - Uno posterior inferior para acometidas subterráneas.
- Alumbrados y servicios auxiliares.

Este edificio contiene en su interior anclado el equipo eléctrico, constando este de:

- Unidad de aparamenta de Media Tensión, con aislamiento integral SF6.
- Unidad de transformador con ventilación natural.
- Unidad de aparamenta eléctrica de Baja Tensión.
- Interconexiones en Baja y Media Tensión.

Dentro de los distintos modelos PFU, elegimos el PFU 3-20, que tiene las siguientes características mecánicas:

PFU hasta 24/36 kV		PFU-3	PFU-4	PFU-5	PFU-7
Altura ⁽¹⁾	[mm]	3045	3045	3045	3240
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Fondo	[mm]	2380	2380	2380	2380
Peso ⁽²⁾	[kg]	10545	13465	17460	29090

Figura 1.3 Dimensiones y pesos.

1.7 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.

Se necesita suministro de energía eléctrica a una de tensión de 420 V, con una potencia máxima simultánea de 20 kW.

Para atender a estas necesidades planteadas, la potencia total instalada en el Centro de Transformación es de 50 kVA.

1.8 Descripción de la instalación.

1.8.1 Instalación eléctrica.

1.8.1.1 Características de la red de alimentación.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación tiene su entronque en la línea aérea de alta tensión perteneciente a IBERDROLA de tensión trifásica de 20 kV, con un nivel de aislamiento según la ITC-LAT 07, tabla 1, de 24 kV y una frecuencia de 50 Hz.

La intensidad máxima de cortocircuito en el punto de acometida es, según datos proporcionados por Iberdrola, es de 1,727 kA eficaces con un tiempo máximo de desconexión en caso de defecto de la corriente máxima de defecto de 400 milisegundos.

1.8.1.2 Derivación y Línea de acometida.

La tensión nominal en M.T. normalizada por la compañía Iberdrola es la de 20 kV, para la cual deben estar preparadas cuantas instalaciones se realicen.

La compañía suministradora de energía eléctrica Iberdrola, ha facilitado las siguientes características para el punto de derivación:

- Tensión nominal de suministro: 20 kV.
- Nivel de tensión: 24 kV.
- Intensidad de cortocircuito tripolar: 1,727 kA.
- Tiempo máximo de desconexión, en caso de defecto de la corriente máxima de falta: 400 ms.

La línea de acometida partirá desde el apoyo de la línea aérea ya existente de Iberdrola. Los trabajos de conexión de la línea serán realizados por empresas con Contrato marco con Iberdrola Distribución Eléctrica, siendo de aplicación el R.D. 1955/2000. Para la derivación, será necesario instalar una cruceta y los elementos necesarios para poder derivar desde la línea existente hasta la nueva línea particular.

Del apoyo saldrá con un vano destensado con conductor de 60 metros de longitud, con conductor desnudo de LA-56, hasta el primer apoyo de la derivación, que será el primero y único de la línea subterránea de acometida para el centro de transformación. Este apoyo está constituido por una torre metálica de 12 metros de altura (10 metros libres y 2 metros empotrados) y 2000 kg de esfuerzo, en el cual se situarán los fusibles de expulsión XS.

Nº Vano	Longitud	Origen	Final
1	60 metros	Apoyo Iberdrola	Apoyo nº1 de la línea de acometida.
Longitud total de derivación: 60 metros.			

Tabla 1.3 Derivación.

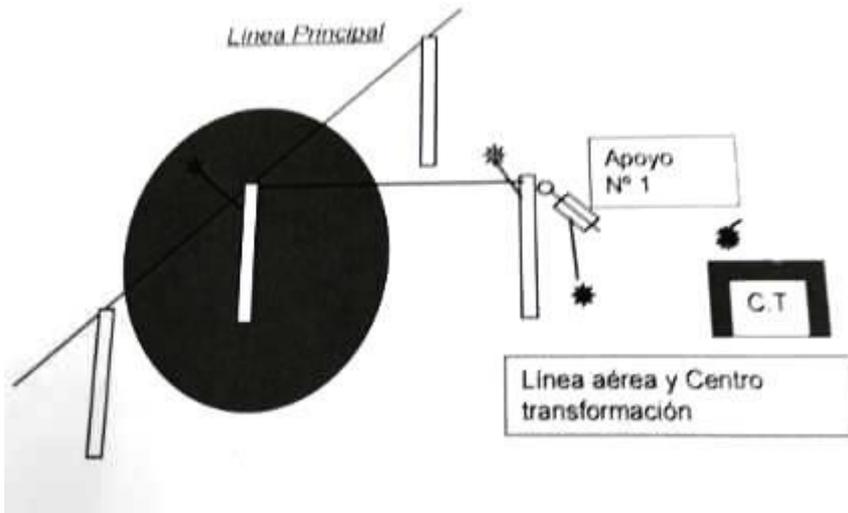


Figura 1.4 Conexión Línea Principal con Línea Acometida

Los conductores de la línea aérea usados en este Proyecto, son de aluminio-acero de 54,6 mm² de sección, según norma UNE 21018, y cuyas características principales son:

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

Tabla 1.4 Conductor aéreo.

Se emplearán aisladores de composite U70 YB20, con rótula R16 y grapas de amarre GA-1, normalizadas por la Compañía Suministradora. En la siguiente figura se indica la formación de cadenas.

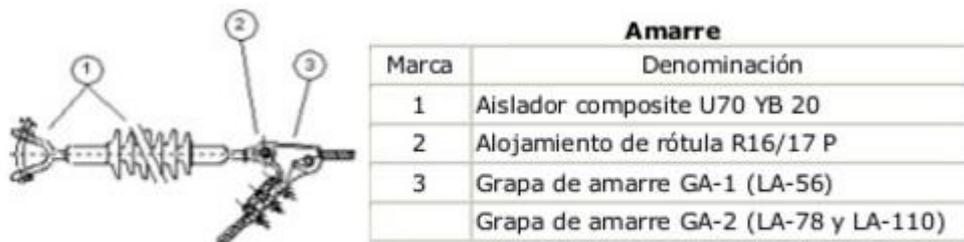


Figura 1.5 Formación de cadenas.

El cable subterráneo será del tipo RHZ1-OL 12/20 kV H16 Al, con conductor de aluminio, semirrígido de clase 2, teniendo XLPE como aislamiento, una pantalla formada por una corona de hilos de cobre y una cubierta exterior formada por una poliolefina termoplástica libre de halógenos.

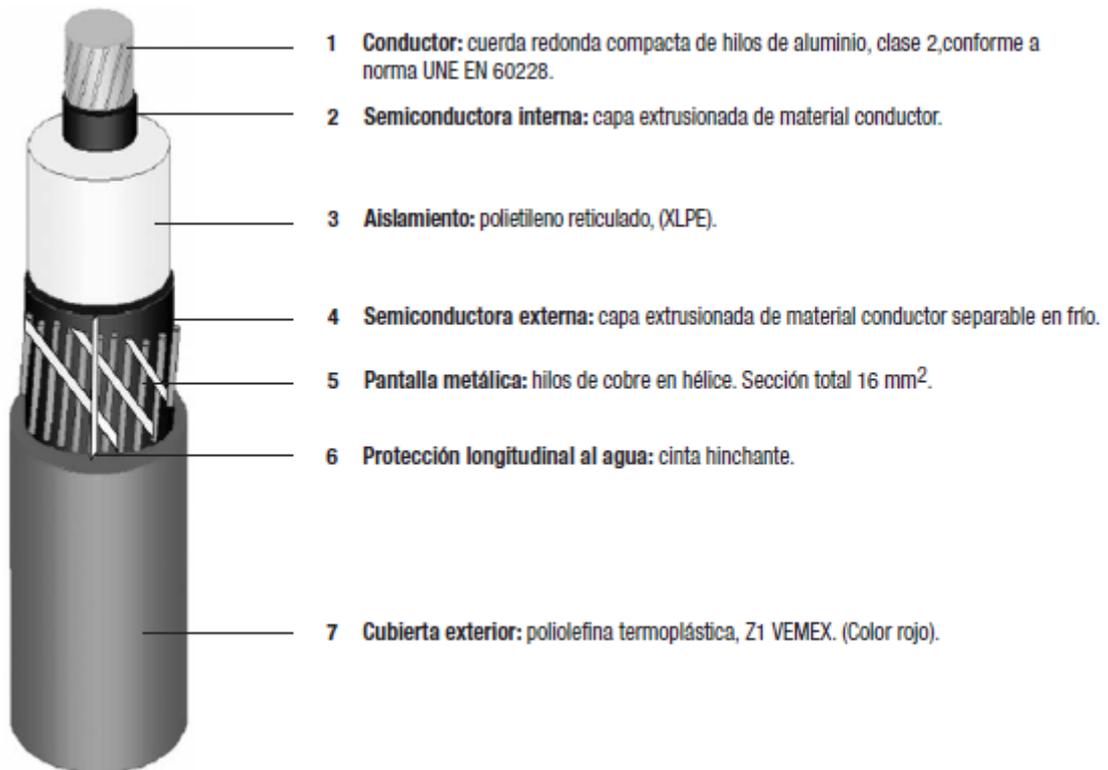


Figura 1.6 Cable subterráneo.

En la siguiente imagen se ven las características del cable.

	mm ²	mm	mm	kg/km	mm	40°C A	25°C A	Ohm/km	μF/km
1240113	35	18,9	27,1	745	410	145	120	0,15	0,146
1240114	50	19,9	27,4	790	415	170	140	0,142	0,158
1240115	70	21,6	30,2	935	455	210	170	0,134	0,179
1240116	95	23,1	31,7	1045	480	255	205	0,127	0,198
1240117	120	24,9	34,1	1195	515	295	235	0,123	0,219
1240118	150	26,1	35,3	1275	530	335	260	0,119	0,233
1240119	185	27,5	36,7	1450	555	385	295	0,114	0,25
1240120	240	30,2	39,4	1655	595	455	345	0,109	0,282
1240121	300	32,3	41,5	1900	625	520	390	0,105	0,307
1240122	400	35,0	44,9	2235	675	610	445	0,102	0,339
1240123	500	38,7	48,0	2655	720	720	510	0,098	0,383
1240124	630	42,7	52,0	3215	780	840	580	0,095	0,429

Figura 1.7 Características del cable.

Eligiendo el de sección de 95 mm².

Los apoyos y los armados que soportarán las solicitaciones mecánicas de los elementos constructivos de la línea serán metálicos de celosía, especificados en NI 52.10.01 "Apoyos de perfiles metálicos para líneas aéreas de tensión nominal hasta 30 kV".

Las crucetas a utilizar serán metálicas de 3 metros de longitud (1,5 m de separación entre conductores) según la norma NI 52.10.02. Su diseño responde a las exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos.

Desde el apoyo de la Compañía Suministradora se acometerá a un apoyo nº1, apoyo de seccionamiento, en el que se instalarán los fusibles XS. Este apoyo cumplirá con la función de “fin de línea” y se tratará de una torre metálica de celosía de 12 metros de altura y 2000 kg de esfuerzo en punta. Este apoyo queda en la parcela nº X en los Planos.

Se instalarán cortacircuitos fusibles XS de acuerdo con una intensidad nominal acorde a las necesidades de la instalación. Para la elección del calibre del fusible se tendrán en cuenta las normas de la compañía suministradora para que esté en concordancia con la selectividad de las protecciones existentes en la subestación eléctrica. De no manifestarse en contra, se pondrán unos eslabones fusibles de 12k, pues son los indicados para proteger el transformador de 50 kVA a 20 kV.

Al disponerse de elementos de maniobra en este apoyo, será necesario ejecutar un anillo perimetral de puesta a tierra con un valor de resistencia inferior a 20 ohmios. Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, grapado en su bajante a la torre y unido a un electrodo por bucle enterrado horizontalmente alrededor de la torre, formando un cuadrado de 3 metros de lado, y uniéndole una pica cilíndrica de acero-cobre de 1,5 metros de longitud en cada uno de los vértices.

Para garantizar que las tensiones de contacto están dentro de los valores reglamentados, se realizará una acera perimetral de hormigón de un metro de anchura y como mínimo 10 cm de espesor. Se debe comprobar antes de la puesta en marcha que cumple con los requerimientos reglamentarios de tensiones de contacto. Como la Compañía Iberdrola asegura que la duración de la corriente de falta es de 400 ms, según la tabla 18 de la ITC-LAT 07, la tensión de contacto aplicada admisible debe ser inferior a 310 V, debiendo tener en cuenta que este valor es considerando únicamente la impedancia del cuerpo humano y que habrá que tener en cuenta impedancias adicionales como la resistencia a tierra del punto de contacto y la resistencia del calzado. No será preciso comprobar tensiones de paso que estas son mayores que los valores de las tensiones de contacto.

La puesta a tierra se realizará teniendo presente lo que al respecto se especifica el punto 7 de la ITC-LAT07 del RLAT.

Las cimentaciones de este apoyo se realizarán según se muestra en la figura y tabla siguientes.

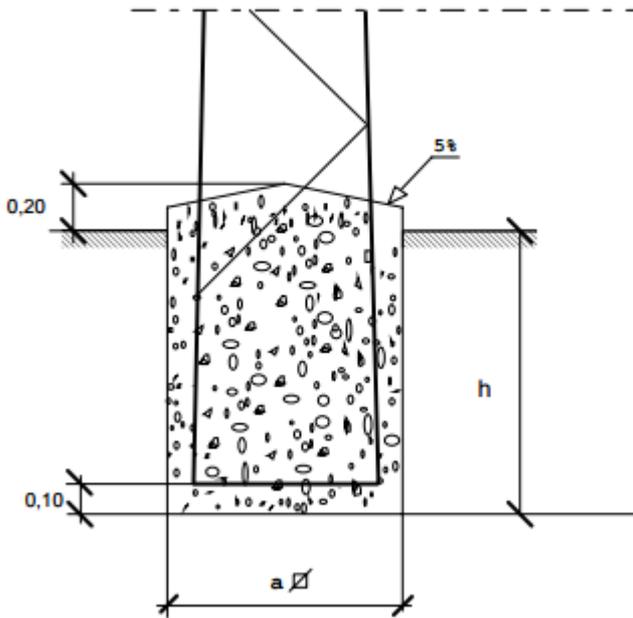


Figura 1.8 Cimentación para perfiles metálicos.

APOYO	CIMENTACIÓN			
Designación	a ∅ m	h m	Volumen excavado en m ³	Volumen hormigón en m ³
C2000-12E	1,00	2,30	2,30	2,44

Tabla 1.5 Detalles de cimentación.

La configuración del apoyo nº1 de seccionamiento, se puede observar en el documento de planos, deberá llevar una chapa antiescalos en todo su perímetro y unos elementos reposapiés para facilitar las maniobras del elemento seccionador. Se colocará también una placa normalizada de señalización de "Peligro, Alta Tensión" en cada una de las caras de antiescalo.

En el poste nº1 final de la línea aérea se colocará un juego de pararrayos.

Además en este poste se colocará las terminaciones de conversión de aéreo a subterráneo, admitiéndose sólo una bajada por torre.

En la línea de alta tensión se colocará un juego de pararrayos.

- Interconexión en Media Tensión:

La interconexión se hace por medio de puentes entre la línea de Media Tensión y el transformador. Para ello usamos cables de Media Tensión 12/20 kV, del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al. La terminación entre el cable y el transformador es EUROMOLD, de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo del transformador, ya en la celda, la terminación es EUROMOLD, del tipo enchufable recta y modelo K-152.

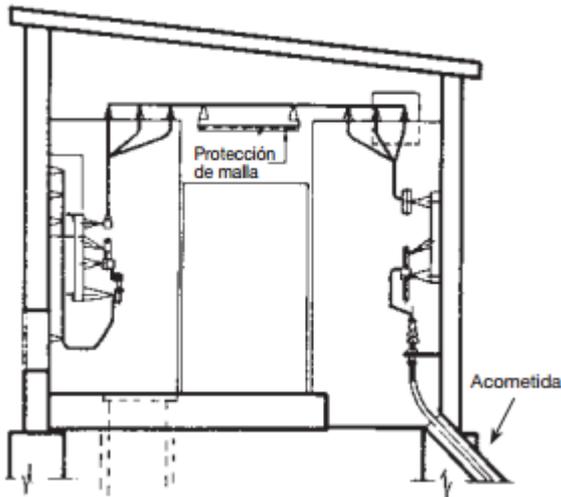


Figura 1.9 Centro de transformación con acometida subterránea.

- Cruzamientos:

No existen cruzamientos, tan solo habrá que mantener la distancia al terreno superior a los 6 metros reglamentarios.

- Paralelismos:

Los conductores eléctricos de Media Tensión pueden instalarse paralelos unos a otros, debiendo mantener una distancia superior a 0,20 m con otros cables de Media Tensión y a 0,25 con cables de Baja Tensión.

1.8.1.3 Centro de transformación.

El centro de transformación se colocará en un edificio de obra civil a construir.

Este edificio contará con todas las dimensiones necesarias para alojar el transformador de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión. Las dimensiones del edificio del acceso y la posición del transformador se indican en los planos correspondientes.

- Descripción:

Se construirá un edificio de obra civil que deberá contar con todas las dimensiones necesarias para alojar el transformador, además debe tener colocada una red de tierras, sobre la que se debe comprobar que cumple con los requerimientos reglamentarios de tensiones de paso y contacto antes de su puesta en marcha.

Las paredes del edificio son de obra civil, constituidos por bloques de fábrica enlucidos, y disponiendo de un tejado a dos aguas. Dentro del mismo se deben colocar los elementos de maniobra necesarios y además adecuar una bandeja de recogida del aceite del transformador.

Debido a que la Compañía Suministradora asegura que la duración de la corriente de falta es de 400 ms, según la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centro de Transformación, la tensión de contacto aplicada admisible debe ser inferior a 180 V, y las tensiones de paso inferior a 1800 V, debiendo tener en cuenta que estos valores son considerando únicamente la impedancia del cuerpo humano y que

habrá que tener en cuenta impedancias adicionales como la resistencia a tierra del punto de contacto y la resistencia del calzado.

- Accesos:

En la pared frontal se situarán unas puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°), la puerta de acceso a los aparatos eléctricos y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales serán fabricados en chapa de acero.

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

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación natural estarán formadas por lamas en forma de “V” invertida, diseñada para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementará cada rejilla interiormente con una malla anti mosquitos.

Las piezas metálicas que estén expuestas al exterior estarán tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Alumbrado:

El equipo irá provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de baja tensión, el cual dispondrá de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios:

Se controlarán las sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Características detalladas:

Nº Transformadores	1
Tipo de ventilación	Natural
Puertas de acceso para peatón	1 puerta de acceso
Puertas de acceso para transformador	1 puerta de acceso

Tabla 1.6 Características básicas del Centro de Transformación.

1.8.1.3.1 Transformador.

El transformador será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión de salida en vacío de 420 V entre fases y 242 V entre fases y neutro, de una potencia de 50 kVA.

El transformador será tipo Jara.

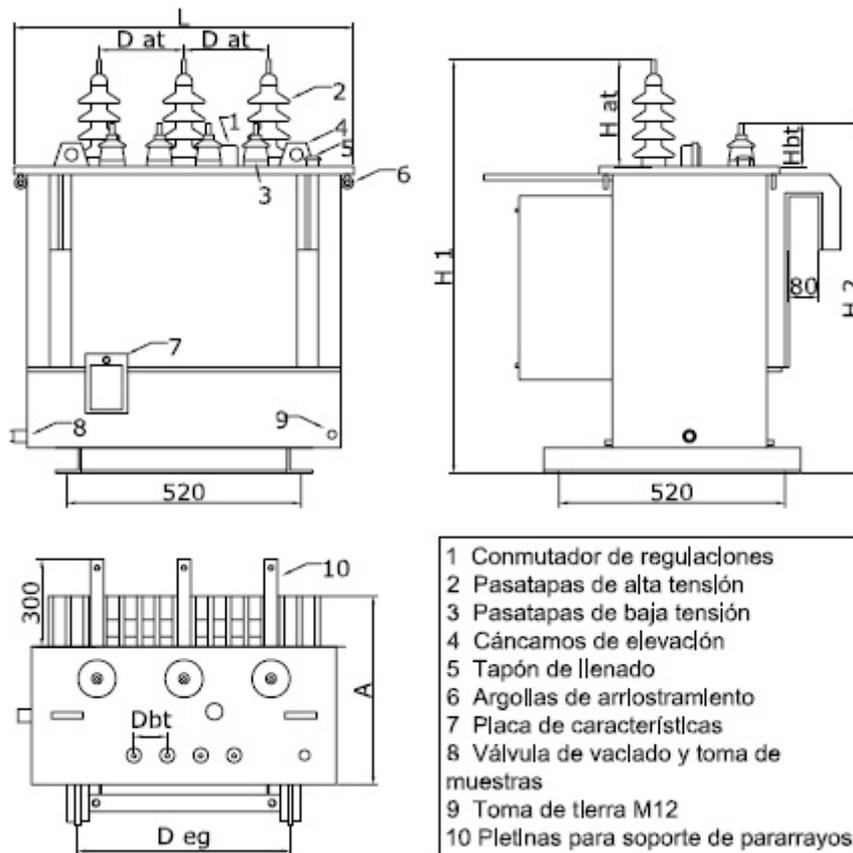


Figura 1.10 Transformador Jara.

La conexión será Yzn11, con las características que pueden verse en la siguiente imagen:

		serie 24 kV													
Potencia (kVA)		25	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
Pérdidas nominales (W)	En vacío	88	145	260	375	530	750	1030	1150	1400	1750	2200	2700	3200	
	Debidas a la carga (75°C)	700	1100	1750	2350	3250	4600	6500	8400	10500	13500	17000	21000	26500	
Pérdidas máx para el cálculo de la supf. de ventilación, (W)		945	1492	2406	3259	4520	6397	9006	11440	14259	18277	23012	28407	35619	
Rendimiento	Cos φ=1	A plena carga	96,94	97,57	98,03	98,33	98,51	98,68	98,82	98,82	98,82	98,79	98,81	98,83	98,83
		A 1/2 de plena carga	97,94	98,35	98,62	98,81	98,94	99,06	99,16	99,19	99,20	99,19	99,20	99,21	99,22
	Cos φ=0,8	A plena carga	96,21	96,98	97,55	97,92	98,15	98,36	98,53	98,53	98,53	98,50	98,52	98,54	98,54
		A 1/2 de plena carga	97,44	97,94	98,29	98,52	98,68	98,83	98,96	98,99	99,00	98,99	99,00	99,02	99,03
Caída de tensión, a plena carga	Cos φ=1	2,84	2,26	1,81	1,54	1,37	1,22	1,11	1,22	1,22	1,25	1,24	1,22	1,23	
	Cos φ=0,8	3,96	3,77	3,57	3,43	3,33	3,25	3,17	4,47	4,47	4,49	4,48	4,47	4,47	
Potencia acústica máx dB(A)		48	50	54	57	60	63	65	66	68	69	71	73	76	
Grupo de conexión		Yzn11					Dyn11								
Tensión de cortocircuito (%)		4					6								

Figura 1.11 Características transformadores Jara.

Para la carga del aceite refrigerante se usa el llenado integral ya que es el método que garantiza una menor degradación del líquido aislante y refrigerante al no poner en contacto ninguna superficie con el aire.

El llenado integral aporta las siguientes ventajas:

- Menor degradación del aceite ni por oxidación ni por absorción de humedad por no estar en contacto con el aire.

- Bajo grado de mantenimiento, debido a la ausencia de ciertos elementos:
 - No precisa desecador.
 - No precisa mantenimiento del aceite.
 - No precisa válvulas de sobrepresión.
 - No precisa indicadores de nivel líquido.
- Mayor robustez al no presentar puntos débiles de soldadura como sería la unión del depósito de expansión con la tapa.
- Menor peso del conjunto.
- Las dimensiones del aparato se ven notablemente reducidas al no disponer de depósito de expansión o cámara de aire, facilitando el transporte y ubicación del transformador.

Las características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428, siendo las siguientes:

- | | |
|--|-------------------------|
| ▪ Potencias nominal: | 50 kVA |
| ▪ Tensión nominal primaria: | 20 kV |
| ▪ Regulación en el primario: | +2,5%, +5%, +7,5%, +10% |
| ▪ Tensión nominal secundaria en vacío: | 420 V |
| ▪ Tensión de cortocircuito: | 4,5% |
| ▪ Grupo de conexión: | Yzn11 |

Para la conexión del transformador a la red debemos diferenciar entre en lado de alta tensión y en el de baja tensión.

- Conexión en el lado de alta tensión:

La interconexión se hace por medio de puentes entre la línea de Media Tensión y el transformador. Para ello usamos cables de Media Tensión 12/20 kV, del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al. La terminación entre el cable y el transformador es EUROMOLD, de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo del transformador, ya en la celda, la terminación es EUROMOLD, del tipo enchufable recta y modelo K-152.

- Conexión en el lado de baja tensión:

La unión de la salida del transformador con los cables se hará mediante una terminación EUROMOLD, del tipo enchufable recta y modelo K-152. A esto se unirá un Juego de Puentes III+N de cables de baja tensión unipolares de aislamiento seco XZ-1, aislamiento 0,6/1 kV, de 4x(1x50) mm² de Aluminio, siendo la sección del neutro igual que el de las fases.

- Dispositivo térmico de protección:

El transformador se protegerá mediante el interruptor magnetotérmico de baja tensión, regulado a una intensidad nominal igual o inferior a la nominal del transformador (In=80 A).

1.8.1.4 Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Al lado de cuadro de medida de la energía eléctrica se dispondrá de un cuadro de protección y distribución general de la instalación en baja tensión. El interruptor automático general tendrá un poder de corte de 10 kA y será de corte omipolar de calibre 63 A. Se le asociará un relé diferencial regulable tanto en intensidad de defecto como en tiempo de disparo. Aguas abajo se protegerán las dos salidas que se implementarán para dar servicio a dos parcelas distintas. Una de las salidas es de 40 A y otra de 25 A.

1.8.1.5 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

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

- Defensa de los transformadores:

La división del local se ha realizado con una protección mecánica para defensa del transformador, consistente en verja metálica, manteniendo las distancias de seguridad a los elementos en tensión.

La puerta de acceso al transformador solo podrá abrirse desde dentro del local y una vez que se haya abierto se pondrá a tierra la línea de acometida, para lo cual habrá un candado con una señalización de la maniobra.

- Equipos de iluminación:

El local del centro de transformación está equipado de alumbrado que permite la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Dispone así mismo de un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y de señalización de la salida del local

- Elementos y dispositivos para maniobra y seguridad.

Como elementos necesarios para una correcta actuación ante maniobras y mantenimiento en la instalación de M.T. estará dotado de:

- Banqueta aislante de interior, con plataforma de 0,5 x 0,5 m, una tensión de utilización de 24 kV y conforme a la norma UNE 81-005-78.
- Cartel de actuación en caso de socorro y primeros auxilios.
- Cartel de maniobras de la instalación en M.T.
- Carteles de señalización de riesgo eléctrico en puertas de edificio y en rejillas de protección de transformadores, con la inscripción "Alta tensión, Peligro de muerte".
- Cartel de las cinco reglas de oro.

Debido a que no se dispondrá de personal propio de mantenimiento, no será preciso que se dispongan de guantes de maniobra, ya que los guantes serán propiedad de la empresa mantenedora de alta tensión que los llevará en su equipamiento para efectuar las maniobras necesarias, al igual que cualquier otro equipo de protección individual.

- Ventilación:

Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalarán de forma que un funcionamiento normal de la ventilación no pueda producir molestias a vecinos y viandantes.

1.8.1.5.1 Medida de la energía eléctrica.

La medida de la energía eléctrica se realizará de forma directa mediante un cuadro de contadores conectado a la salida de baja tensión del transformador.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de CAHORS modelo CPM2-D/E4-I (o similar) de dimensiones 535 mm de alto x 750 mm de ancho y 310 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Capacidad para un contador trifásico multifunción con discriminación horaria según NI 42.20.01.
- Panel troquelado para un contador trifásico.
- Placa precintable, aislante, y transparente de policarbonato.
- Panel de montaje de bases BUC y neutro amovible.
- Base de neutro amovible de 160 A con borne bimetálico de hasta 50 mm² de capacidad.
- Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.102-IB.

Todo ello estará cableado según las normas de la Compañía Suministradora.

El cuadro de medida se situará en el exterior del edificio de obra civil del centro de transformación, con acceso directo desde la vía pública, y accesible las 24 horas del día. No se permitirá que esté detrás de ninguna valla o verja de las instalaciones particulares.

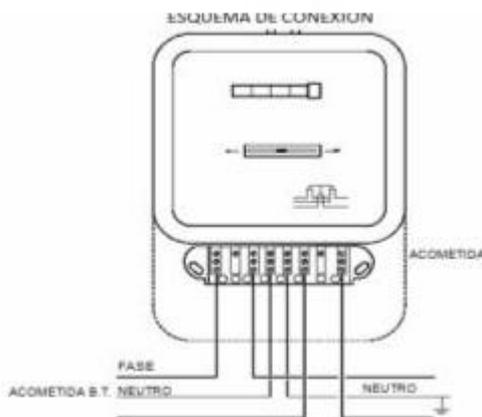


Figura 1.12 Ejemplo de contador trifásico.

1.8.2 Puesta a tierra.

1.8.2.1 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 baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. Por el contrario, no se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si estas son accesibles desde el exterior.

La tierra de protección tendrá una geometría de anillo rectangular, formado por 8 picas de 2 metros de longitud cada una.

1.8.2.2 Tierra de servicio.

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

La geometría de esta serán dos picas alineadas, cada una de 2 metros.

1.8.2.3 Tierras interiores.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

1.8.3 Instalaciones secundarias.

Se deberá disponer de medidas de seguridad como las siguientes para la protección del personal y equipos:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión si estas no han sido puestas a tierra. Para ello se dispondrá de un cartel de secuencias de maniobras necesarias para entrar en la celda del transformador.
- La maniobra del elemento seccionador será realizada por la empresa mantenedora con la que la Propiedad tenga contratado el servicio. Previo a su maniobra, deberá ponerse en contacto con el Centro de Operaciones de Distribución de la Compañía Suministradora, para que se dispongan los sistemas de reenganche en posición manual por si ocurriera algún problema en el momento de realizar la maniobra.

1.8.4 Instalación en Baja Tensión.

Al lado de cuadro de medida de la energía eléctrica se dispondrá de un cuadro de protección y distribución general de la instalación en baja tensión. El interruptor automático general tendrá un poder de corte de 10 kA y será de corte omipolar de calibre 63 A. Se le asociará un relé diferencial regulable tanto en intensidad de defecto como en tiempo de disparo. Aguas abajo se protegerán las dos salidas que se implementarán para dar servicio a dos parcelas distintas. Una de las salidas es de 40 A, para dar servicio al cuadro de distribución de una granja, y otra de 25 A para dar servicio al cuadro de distribución de un taller.

1.8.4.1 Distribución a la granja.

Existe una línea aérea antigua que da servicio a la granja. Esta línea es muy antigua, dotada de hilos desnudos sobre apoyos que no ofrecen garantías de seguridad. Por ello se procederá a la sustitución de la misma por una línea subterránea.

Del cuadro general de protección saldrá una línea subterránea en canalización entubada, con aislamiento tipo XZ1 0,6/1 kV de sección 4x(1x50) mm² y de aluminio.

1.8.4.2 Distribución al taller.

En el cuadro general de protección, se embornará la línea existente en subterránea con canalización entubada, con aislamiento tipo RV 0,6/1 kV de sección 4x6 mm² de cobre.

1.8.5 Conclusiones.

Con la descripción anterior, y los planos y presupuestos que se acompaña, el técnico que suscribe estima que quedan expuestas las razones que justifican la necesidad de estas instalaciones y se solicita que los Organismos Competentes den su aprobación, si lo consideran procedente y autoricen la ejecución de las mismas, así como a la empresa suministradora para que realice el suministro a las instalaciones descritas.

2 Anexo I: Cálculos.

2.1 Línea de derivación.

Como el punto de conexión se realiza en el apoyo nº 1764, no se calcularán eléctricamente los conductores de la derivación aérea ya que serán los existentes en la Línea de M.T de 20 kV, denominada "Azadinos".

2.1.1 Cálculo de la densidad máxima de corriente admisible de la línea aérea y subterránea.

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz de cables aéreos se deduce de la tabla 11 de la ITC-LAT 07 R.L.A.T.

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

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

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz de cables subterráneos se deduce de la tabla 6 de la ITC-LAT 06 R.L.A.T

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I_{\text{máx}} = \sigma \times S = 185 \text{ A}$$

Para los conductores RHZ-1 del presente Proyecto, dicho valor es:

$$\sigma = 2 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I_{\text{máx}} = \sigma \times S = 190 \text{ A}$$

Muy superior a la intensidad máxima a transportar correspondiente a las 50 kVA del transformador de 20 kV.

Por lo tanto queda justificado que la línea aérea existente puede utilizarse para la nueva demanda de energía.

2.1.2 Cálculo eléctrico de conductor de la acometida.

Se tomarán las intensidades máximas admisibles dadas por el fabricante del cable.

Las características de los cables de AT son las siguientes:

TIPO CONSTRUCTIVO	RHZ1-OL
TENSIÓN NOMINAL	12/20 kV
SECCIÓN DEL CONDUCTOR mm²	95

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE A	190
--------------------------------------	-----

Tabla 2.1 Características de los cables de AT.

Las tablas de intensidad máximas admisibles vienen dadas en función de las condiciones siguientes:

- Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
- Enterrados a una profundidad de un metro en terrenos de resistencia térmica media.
- Temperatura máxima en el conductor de 105 °C.
- Temperatura del terreno 25 ° C.

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

- Intensidad máxima del cable.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.
- La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable más adecuado de acuerdo con los valores de intensidad máximas dados por el fabricante.

La intensidad se determinará al despejar de la siguiente fórmula:

$$P_{Max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{Max} \cdot \cos(\varphi)$$

Suponiendo un factor de potencia= 0,9.

$$I = 1,60 \text{ A}$$

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

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

Considerando también un factor de potencia de 0,9

En nuestro caso resulta prácticamente despreciable.

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

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

Gracias a datos proporcionados por la Compañía Suministradora, sabemos que en el punto de conexión solicitado, la intensidad de cortocircuito será:

I_{ccp}: 1,727 kA.

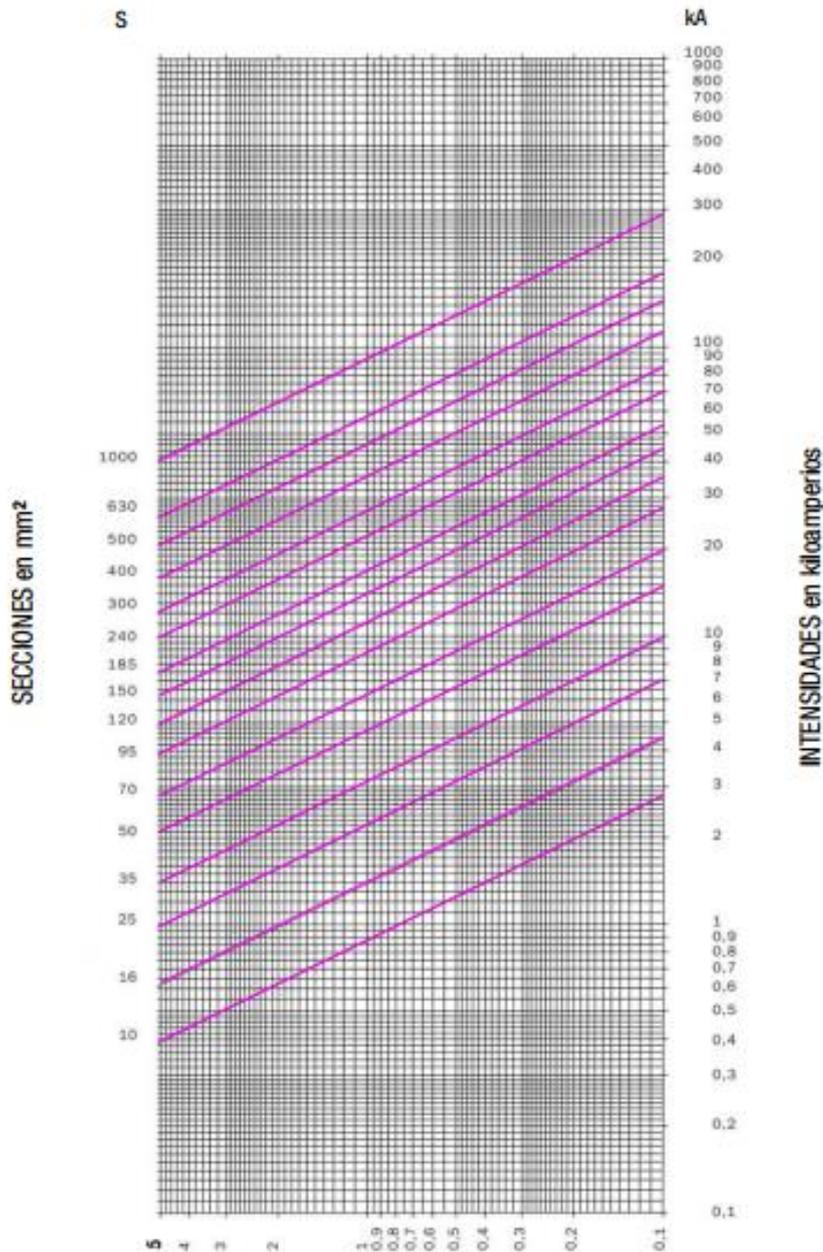


Figura 2.1 Intensidades admisibles.

Para una duración de cortocircuito de 0,4 s, y una sección de 95 mm², se obtiene una intensidad muy superior a 1,727 kA, por lo que el cable de 95 mm² es válido.

2.2 Cálculo de los apoyos.

De acuerdo con la ITC- LAT 07 del R.L.A.T., los apoyos se clasifican según su función en:

- Apoyos de alineación (AL).
- Apoyos de ángulo (AG).
- Apoyos de anclaje (FL).

- Apoyos de fin de línea (FL).
- Apoyos especiales.

Estos últimos los define el R.L.A.T como “aquellos que tienen una función diferente a las definidas para los anteriores”, ya que las situaciones en que resultan necesarios son poco frecuentes y dado el carácter del Proyecto presente en este documento, prescindimos de su consideración, debiendo justificarse en cada proyecto concreto de la línea en que hayan de utilizarse.

2.2.1 Apoyos de alineación.

La separación entre conductores con estas crucetas es de 1,75 ó 2 m y permiten una oscilación de cadenas no superior a 74°. La resultante de los esfuerzos transmitidos por los conductores vendrá aplicada a una altura de 0,93 m sobre la cogolla del poste cuando la disposición sea la prevista en los planos.

No obstante en previsión de posibles montajes con cadenas horizontales para evitar volteo de cadenas, adoptaremos el valor de 1,30 m, que nos sitúa del lado de la seguridad sin penalizar sensiblemente la utilización de los postes.

Hipótesis de cálculo.

- 1º Hipótesis (viento).

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

$$F = P_v \times n \times d \times L + P_{Cru} + P_{vAisl.} \quad (\text{daN})$$

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

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

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

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

El esfuerzo vertical debido a desniveles será:

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

- 2º Hipótesis (Hielo).

Esta hipótesis solo se considerará en zonas B y C. No se producen en esta hipótesis esfuerzos transversales a la línea. Las cargas permanentes que deberá soportar el apoyo serán:

- Peso de los conductores con manguito de hielo.
- Esfuerzo vertical debido a desniveles.
- Peso de los herrajes.
- Peso del aislamiento.

El peso de los conductores con manguito de hielo es igual a:

$$P_{sh} = n.L.(P_u + 0,1766\sqrt{d.1000}) \text{ en Zona B (daN)}$$

$$P_{sh} = n.L.(P_u + 0,3532\sqrt{d.1000}) \text{ en Zona C (daN)}$$

El esfuerzo vertical debido a desniveles será en este caso:

$$F_{dh} = n \cdot T_h \cdot N \text{ (daN)}$$

- 3º Hipótesis (desequilibrio de tracciones).

Según el apartado 1 del art. 18 del R.L.A.T.: "Se considerará un esfuerzo longitudinal equivalente al 8 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra. Este esfuerzo se considerará distribuido en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra. En el caso de realizarse el estudio analítico completo de los posibles desequilibrios de las tensiones de los conductores, podrá sustituirse el anterior valor por los valores resultantes del análisis". En nuestro caso, para una tracción máxima de 530 daN, el esfuerzo longitudinal a soportar por los apoyos será:

$$F_L = 0,08 \cdot n \cdot T_m = 127,2 \text{ (daN)}$$

En las expresiones anteriores y siguientes:

F_L = Esfuerzo longitudinal, en daN

F_t = Esfuerzo transversal, en daN

F_{dh} = Esfuerzo vertical en hipótesis 2ª, en daN

F_{dv} = Esfuerzo vertical en hipótesis 1ª, en daN

P_{sh} = Peso de los conductores más sobrecarga de hielo, en daN/m

P_{sv} = Peso de los conductores más sobrecarga de viento, en daN/m

P_u = Peso de los conductores, en daN/m

P_v = Presión del viento en daN/m² = 60.0'981 = 58,86

P_{vCru} = Presión del viento sobre crucetas en daN/m². superficie expuesta, en m² = 100.0'981.Scru.
 $\cong 18$ daN para crucetas de bóveda alineación; 91 daN para crucetas de ángulo y anclaje ó
 10 daN para crucetas rectas.

P_{vAis} = Presión del viento sobre aislamiento en daN/m². superficie cadena de aisladores =
 70.0'981.Saisl $\cong 1$ daN/aislador.

n = Número de conductores

d = Diámetro de los conductores, en m.

L = Vano, en m.

N = Desnivel

T_h = Tracción con sobrecarga de hielo, en daN

T_v = Tracción con sobrecarga de viento, en daN

T_m = Tracción máxima, en daN

2.2.2 Apoyos para puntos firmes:

Para ángulos, anclajes y finales de línea se utilizarán apoyos de perfiles metálicos cuyas ecuaciones resistentes se desarrollan en el MT 2.23.45. Estas ecuaciones se indican en el cuadro siguiente:

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

Tabla 2.2 Ecuaciones resistentes de apoyos metálicos.

Siendo:

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

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

El valor de V podrá variar en función de la ecuación resistente, siempre y cuando el valor de H no supere el esfuerzo nominal del apoyo.

2.2.2.1 Apoyos de ángulo

Hipótesis de cálculo.

- 1º Hipótesis (viento).

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

$$F_t = P_v \cdot n \cdot d \cdot L \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + P_v \text{Cru} + P_v \text{Aisl} \quad (\text{daN})$$

Producido por la tensión de los conductores en hipótesis de viento, más la debida a la presión del viento sobre los mismos.

Las cargas permanentes serán las mismas que las de los apoyos, de alineación en esta hipótesis.

- 2º Hipótesis (hielo).

Esta hipótesis solo se considerará en las zonas B y C.

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

$$F_t = 2 \cdot n \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

- 3º Hipótesis (desequilibrio de tracciones).

Lo mismo que para los apoyos de alineación.

2.2.2.2 Apoyos de anclaje.

Hipótesis de cálculo.

Los esfuerzos que se producirán en estos apoyos en las hipótesis 1ª y 2ª son los mismos que los de los apoyos de alineación, o en los de ángulo, según el apoyo se instale en alineación o ángulo. El apoyo mínimo que cumple las condiciones de anclaje para tense límite estático - dinámico, según se justifica a continuación es el C-1000.

- 3º Hipótesis (desequilibrio de tracciones).

Según el art. 18 apdo. 2 del RLAT se considerará un esfuerzo equivalente al 50 por 100 de las tracciones unilaterales de los conductores en las condiciones de máxima tensión. El valor de esta sollicitación es:

$$F_L = 0,50 \cdot n \cdot T_m = 795$$

Valor inferior al esfuerzo nominal del apoyo mínimo previsto, que es de 1000 daN.

- 4º Hipótesis (rotura de conductores).

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

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

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

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

2.2.3 Apoyos de fin de línea.

Hipótesis de cálculo.

Las cargas permanentes serán las ya indicadas en apartados anteriores referentes a los pesos de todos los elementos y del conductor con la sobrecarga correspondiente.

- 1º Hipótesis (viento).

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo será el mismo que el de los apoyos de alineación, y además el esfuerzo longitudinal (desequilibrio) equivalente al 100 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores en condiciones de viento reglamentario, cuyo valor es:

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

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

- 2º Hipótesis (hielo).

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

- 4º Hipótesis (rotura de conductores).

Igual que lo dicho para los apoyos de anclaje.

2.2.4 Apoyos de anclaje en alineación.

- 1º Hipótesis (viento).

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

$$F = P_v \times n \times d \times L + P_{Cru} + P_{vAisl.} \text{ (daN)}$$

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

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

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

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

El esfuerzo vertical debido a desniveles será:

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

Con lo que tenemos unas cargas permanentes inferiores a 2000 daN que soporta el apoyo.

- 2º Hipótesis (Hielo).

No se producen en esta hipótesis esfuerzos transversales a la línea. Las cargas permanentes que deberá soportar el apoyo serán:

- Peso de los conductores con manguito de hielo.
- Esfuerzo vertical debido a desniveles.
- Peso de los herrajes.
- Peso del aislamiento.

El peso de los conductores con manguito de hielo es igual a:

$$P_{sh} = n.L.(P_u + 0,1766\sqrt{d.1000}) \text{ en Zona B (daN)}$$

El esfuerzo vertical debido a desniveles será en este caso:

$$F_{dh} = n . T_h . N \text{ (daN)}$$

Aunque es cero al no existir desnivel.

- El peso por cruceta y herraje es de 125 daN.
- El peso de la cadena de aisladores es de 7 daN.
- El peso por el OCR más el herraje de sujeción del mismo es de 150 daN.

Con los que tenemos unas cargas permanentes verticales de 282 daN, inferior a los que soporta el apoyo proyectado.

- 3º Hipótesis (desequilibrio de tracciones).

Según el art. 18 apdo. 2 del RLAT se considerará un esfuerzo equivalente al 50 por 100 de las tracciones unilaterales de los conductores en las condiciones de máxima tensión. El valor de esta sollicitación es:

$$F_L = 0,50 . n . T_m = 795$$

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

- 4ª Hipótesis (rotura de conductores).

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

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

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

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

2.2.5 Apoyos fin de línea.

Hipótesis de cálculo.

- 1ª Hipótesis (viento).

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo será el mismo que el de los apoyos de alineación, y además el esfuerzo longitudinal (desequilibrio) equivalente al 100 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores en condiciones de viento reglamentario, cuyo valor es:

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

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

- 2ª Hipótesis (hielo).

Esta hipótesis solo se considerará en zonas B y C. No se producen en esta hipótesis esfuerzos transversales a la línea. Las cargas permanentes que deberá soportar el apoyo serán:

- Peso de los conductores con manguito de hielo.
- Esfuerzo vertical debido a desniveles.
- Peso de los herrajes.
- Peso del aislamiento.

El peso de los conductores con manguito de hielo es igual a:

$$P_{sh} = n \cdot L \cdot (P_u + 0,1766 \sqrt{d \cdot 1000}) \text{ en Zona B (daN)}$$

El esfuerzo vertical debido a desniveles será en este caso:

$$F_{dh} = n \cdot T_h \cdot N \text{ (daN)}$$

Siendo 0 por no existir desnivel.

Para el apoyo nº1 tenemos que:

- El peso por cruceta y herraje es de 125 daN.
- El peso de la cadena de aisladores es de 21 daN.
- El peso por los fusibles de expulsión XS más autoválvulas es de 24 daN.

Tenemos por tanto unas cargas permanentes de 170 daN, inferior a los 600 daN del apoyo.

- 4º Hipótesis (rotura de conductores).

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

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

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

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

A continuación se mostrarán los cálculos que admite el apoyo previsto, que es el C-2000/12, el cual admite un esfuerzo de torsión muy superior a 700 daN aplicados a 1,50 m del eje del apoyo, equivalente a 1050 daN.m.

	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Conductor	LA-56	Diámetro, mm=	9,45	Peso daN/m=	0,1855071	P+Vt ^e , daN/m=	0,59
2	P+H (Zona B)		0,72832907		P+H (Zona C)		1,27115104	
3								
4	Situación				Zona 2	0	Zona B	0
5			Th, en daN=	530,00		Tv, en daN=	440,22	
6	Vanos, m			Desnivel				
7	Anterior L1	10,00		ho	7,00			
8	Medio L	5,00		h1	9,00			
9				N	- 0,200			
10	Tipo de apoyo			Cruceta recta				
11	Brazo de cruceta, m=			1,50				
12	Bajada de cruceta, m=			0,00				

13	Aislamiento	Número de cadenas	3	Cargas permanentes vert, daN	146
14		Número de aisladores/cadena	2	Cargas horiz (viento cruz y aisla), daN	16
15	Apoyo en estudio con		Seguridad normal		
16					
17	CÁLCULO DEL APOYO				
18	1ª Hipótesis				
19	Esf. Horizontal, daN		1334,99	Esf. Vertical, daN	-115
20	2ª Hipótesis				
21	Esf. Horizontal, daN		1590	Esf. Vertical, daN	-161
22	3ª Hipótesis				
23	Esf. Desq, daN		1590		
24	4ª Hipótesis				
25	Rotura conductores, daN.m		795		
26		HV	CHOC	CHRC	C
27	Tipo	No seleccionado	No seleccionado	No seleccionado	C
28	E. Nominal	No seleccionado	No seleccionado	No seleccionado	2000
29					
	EN EL TIPO DE APOYO "SÍ" ES VÁLIDO				
	Carga Vertical cruceta, en daN/fase		-95,4		

Tabla 2.3 Resumen de cálculo del apoyo.

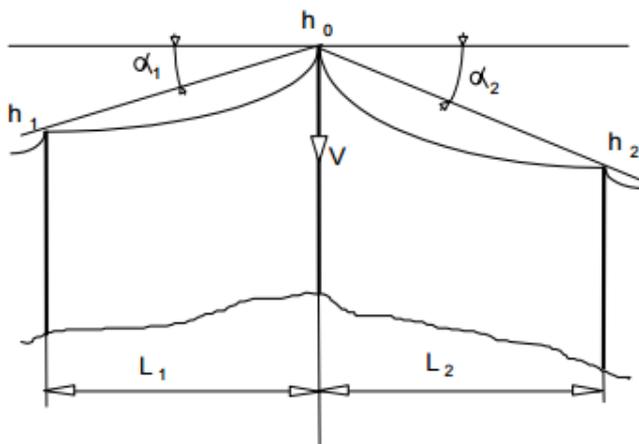
2.3 Crucetas.

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

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

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

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



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

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

en donde :

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

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

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

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

2.4 Acometida y Centro de Transformación.

2.4.1 Intensidad de Media Tensión.

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

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

2.4.2 Intensidad de Baja Tensión.

Para el único transformador del Centro de Transformación, la potencia nominal es de 50 kVA, y la tensión secundaria es de 400 V en vacío.

En un sistema trifásico, la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

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

Siendo:

S : potencia del transformador.

W_{fe} : pérdidas en el hierro.

W_{cu} : pérdidas en los arrollamientos.

U : tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios: 0,4 kV.

I_s : intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos que la intensidad de salida puede alcanzar un valor:

$$I_s = 67,83 \text{ A.}$$

2.4.3 Cortocircuitos.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la intensidad de cortocircuito tripolar, que según datos de la Compañía Suministradora es de 1,727 kA de la red de Media Tensión.

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

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \times U_p}$$

Donde:

S_{CC} : potencia de cortocircuito de la red (MVA)

U_p : tensión de servicio (kV)

I_{CC} : 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 las consideraciones reales.

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

$$I_{CCS} = \frac{100 \times P}{\sqrt{3} \times E_{CC} \times U_s}$$

Donde:

P : potencia del transformador (kVA)

E_{CC} : tensión de cortocircuito del transformador (%)

U_s : tensión en el secundario (V)

I_{CCS} : corriente de cortocircuito (kA)

- Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Según datos suministradores por Iberdrola en el expediente correspondiente al punto de conexión solicitado, la intensidad de cortocircuito será de:

$$I_{CCP} = 1,727 \text{ kA.}$$

- Cortocircuito en el lado de Bajo Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 50 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4,5%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión con 420 V en vacío será, según la fórmula anteriormente expuesta:

$I_{ccs} = 1,41 \text{ kA}$.

- Selección de las protecciones de Alta y Baja Tensión
 - Alta Tensión

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

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo siempre es superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger según las normas de la Compañía Suministradora, IBERDROLA en este proyecto, que tengan coordinación con las protecciones de cabecera.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible A.T. (A)
50 kVA	12 kA

Tabla 2.4 Características del transformador y del fusible.

- Baja Tensión

La salida de Baja Tensión del transformador se deberá proteger mediante un interruptor automático general de corte omnipolar.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máximo de cortocircuito de Baja Tensión indicados en los apartados correspondientes.

Se escogerá un interruptor automático de 10 kA de poder de cortocircuito y de intensidad nominal de 63 A, asociado a él irá conectado un relé diferencial para proteger la línea de alimentación en BT contra contactos indirectos antes posibles deterioros del aislamiento de los cables.

2.4.4 Dimensionado de los puentes de Media Tensión.

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

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 1,60 A que es inferior al valor admisible por el cable.

Este valor es de 155 A para un cable de sección de 50 mm² de Aluminio según el fabricante.

2.4.5 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

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

$$S = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \times K \times \sqrt{h \times \Delta T^3}}$$

Donde:

W_{cu}: pérdidas en el cobre del transformador (W)

W_{fe}: pérdidas en el hierro del transformador (W)

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 de salida (m)

DT: aumento de la temperatura del aire (°C)

Sr: superficie mínima de las rejillas de entrada (mm²)

2.4.6 Dimensionado del pozo apagafuego.

La cuba de recogida de aceite es un cubículo de chapa metálica y totalmente estanca. Con una capacidad para 130 litros, está diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que este se derrame por la base. En la parte superior va dispuesta una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta con grava.

Unos raíles metálicos, situados sobre la cuba, permiten una fácil ubicación del transformador en el interior del prefabricado, que se realizará a nivel de suelo por deslizamiento.

2.4.7 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

2.4.7.1 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 necesaria 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.

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

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

- De la red:
 - Tipo de neutro: El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a este 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 impedancia en cada caso.
 - Tipo de protecciones: Cuando se produce un defecto, este 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 influirán sólo en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 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 indicado por la Compañía Suministradora.

2.4.7.3 *Diseño preliminar de la instalación de tierra.*

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo de 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.

2.4.7.4 *Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.*

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio $U_r=20$ kV

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de la intensidad a tierra: $I_{dm}=1000$ A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión:

- $V_{bt}: 10000$ V

Características del terreno:

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

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

$$I_d \times R_t \leq V_{bt}$$

Donde:

I_d : Intensidad de falta a tierra (A)

R_t : Resistencia total de puesta a tierra (Ohm)

V_{bt} : tensión de aislamiento en baja tensión (V)

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

Donde:

I_{dm} : Limitación de la intensidad de falta a tierra (A)

I_d : Intensidad de falta a tierra (A)

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 1000 \text{ A.}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 10 \text{ Ohm.}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre todos los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple con el requisito de tener un coeficiente de electrodo (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:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

Donde:

R_t : Resistencia total de puesta a tierra (Ohm)

R_o : Resistividad del terreno (Ohm m)

K_r : Coeficiente del electrodo.

Para este caso particular, y teniendo en cuenta los valores antes indicados:

$$K_r=0,0667$$

La configuración de electrodo que supuestamente tiene el edificio del CT existente tiene las siguientes propiedades:

- | | |
|---|--------------------|
| ▪ Configuración seleccionada: | 70-40/8/82 |
| ▪ Geometría del sistema: | Anillo rectangular |
| ▪ Distancia de la red | 7.0x4.0 metros |
| ▪ Profundidad del electrodo horizontal: | 0,8 metros |
| ▪ Número de picas: | Ocho |
| ▪ Longitud de las picas: | 2 metros |

Parámetros característicos del electrodo:

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| ▪ De la resistencia: | $K_r=0,066$ |
| ▪ De la tensión de paso: | $K_p=0,0101$ |
| ▪ De la tensión de contacto | $K_c=0,0294$ |

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso de Centro de Transformación se dispone de una capa de hormigón de 20 cm.
- En el caso de instalar las picas en hilera, estas se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t=K_r \times R_o$$

Donde:

K_r : Coeficiente del electrodo

R_o : Resistividad de terreno en (Ohm m)

R'_t : Resistencia total de puesta a tierra (Ohm)

Por lo que para el Centro de Transformación

$$R'_t=9,9 \text{ Ohm.}$$

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

$$I'd= 1000 \text{ A.}$$

2.4.7.5 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 de los edificios de maniobra interior, ya que estas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'd = R't \times I'd$$

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:

$$V'd: 9900 \text{ V}$$

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:

$$V'c = Kc \times Ro \times I'd$$

Donde:

Kc: Coeficiente

Ro: Resistividad del terreno (Ohm m)

I'd: Intensidad de defecto (A)

V'c: Tensión de paso en el acceso (V)

Por lo que tendremos:

$$V'c = 4410 \text{ V}$$

2.4.7.6 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 paso y contacto en el exterior de la instalación, ya que estas serán prácticamente nulas.

La tensión de paso en el exterior viene dada por la siguiente fórmula:

$$V'p = Kp \times Ro \times I'd$$

Donde:

Kp: Coeficiente

Ro: Resistividad del terreno en (Ohm m)

I'd: Intensidad de defecto (A)

V'p: Tensión de paso en el exterior (V)

Por lo que para este caso:

$$V'p = 1515 \text{ V}$$

2.4.7.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.

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

$$t = 0,4 \text{ s}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

La tensión de paso en el exterior viene dada por la siguiente fórmula:

$$Vp = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6 \times Ro}{1000} \right)$$

Donde:

K: Coeficiente

t: Tiempo total de duración de la falta (s)

n: Coeficiente

Ro: Resistividad del terreno (Ohm m)

Vp: Tensión admisible de paso en el exterior (V)

Por lo que para este caso:

$$Vp = 2736 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio viene dada por la siguiente expresión:

$$V_{p(\text{acc})} = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left(1 + \frac{3 \times R_o + 3 \times R_o'}{1000} \right)$$

Donde:

K: Coeficiente

t: Tiempo total de duración de la falta (s)

n: Coeficiente

R_o: Resistividad del terreno (Ohm m)

R'_o: Resistividad del hormigón en (Ohm m)

V_{p(acc)}: Tensión admisible de paso en el acceso (V)

Por lo que para este caso:

$$V_{p(\text{acc})} = 15048 \text{ V}$$

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:

$$V'_p = 1515 \text{ V} < V_p = 2736 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(\text{acc})} = 4410 \text{ V} < V_{p(\text{acc})} = 15048 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 9900 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1000 \text{ A} < I_{dm} = 1000 \text{ A}$$

2.4.7.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra del servicio, evitado 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 1000 V.

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:

$$D = \frac{R_o \times I_d'}{2000 \times \pi}$$

Donde:

R_o: Resistividad del terreno (Ohm m)

I'_d: Intensidad del defecto (A)

D: Distancia mínima de separación (m)

Para este Centro de Transformación:

$$D = 23,87 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro de 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 se supone que son las siguientes:

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

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,201$$

$$K_c = 0,0392$$

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

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

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

2.4.7.9 Corrección y ajuste del diseño actual.

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

No obstante, se deben comprobar antes de la puesta en marcha de la instalación, las tensiones de paso y contacto tanto en el edificio del Centro de Transformación como en el apoyo de maniobra, debiendo ambos dar valores reglamentarios.

3 Anexo III: Relación de afectados.

En la ejecución de la línea y el Centro de Transformación justificados no existen afecciones pues los terrenos pertenecen a la Propiedad de las instalaciones.

4 Anexo IV: Programa de mantenimiento.

En los siguientes subapartados se describen los equipos que componen la instalación así como las operaciones de mantenimiento básicas que hay que realizar sobre ellos.

Antes vamos a diferenciar entre tareas de mantenimiento correctivo y tareas de mantenimiento preventivo:

- Las tareas de mantenimiento correctivo son las tareas que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren. El mantenimiento correctivo se aplica en sistemas donde no hay forma de prevenir los fallos.
- Las tareas de mantenimiento preventivo son tareas que se realizan para reducir la probabilidad de fallo de elemento o sistema. Las tareas de mantenimiento preventivo más comunes son sustituciones, renovaciones, revisiones generales, etc. Es necesario recalcar que las tareas se realizan, a intervalos fijos, al margen de la condición real de los elementos o sistemas.

Las tareas que describiremos a continuación se corresponden con el mantenimiento preventivo, pues el correctivo tan solo consiste en reparar la avería concreta que surja.

4.1 Mantenimiento de la instalación de Alta Tensión.

La instalación de Alta Tensión está compuesta por:

- Línea aérea de Media Tensión.
- Apoyo de seccionamiento.
- Línea subterránea de Media Tensión.
- Centro de Transformación.

Se debe tener contratado un servicio de mantenimiento de Alta Tensión, obligado a tener una empresa mantenedora de Alta Tensión realizando una revisión anual. Los protocolos de revisión, tanto de la línea de Alta Tensión como del Centro de Transformación están establecidos por la Junta de Castilla y León en su instrucción nº 04/2001/SI sobre Nuevo Contrato de Mantenimiento para Instalaciones de Alta Tensión. En estas revisiones se realizarían las actuaciones de mantenimiento que se describen a continuación en estos protocolos, además de comprobar si la instalación sigue cumpliendo con los condicionantes reglamentarios, comprobándose alumbrados de emergencia, la existencias y estado de elementos de maniobra y seguridad, revisión de extintores, carteles de peligro y de primeros auxilios, etc. Así mismo, se debe realizar limpieza de hierbas alrededor del CT y se observará el estado de puertas y cerramientos. Se comprobará la existencia de esquemas y documentación técnica y actualización de los mismos. Se realizará medición de la red de

tierras, comprobando la continuidad de la misma y que los valores están por debajo de los 20 ohmios reglamentarios. Es caso de observarse discontinuidad de la red de tierras, se procederá a su reparación.

Además se debería concertar un servicio de mantenimiento para actuación ante averías y maniobras en la instalación (puesto que las maniobras en Alta Tensión sólo deben ser realizadas por trabajadores cualificados).

La Propiedad también se encuentra obligada a pasar una inspección por Organismo de Control Autorizado (O.C.A.) cada tres años a las instalaciones de Alta Tensión. A esta visita debe asistir una empresa mantenedora de Alta Tensión para realizar las maniobras requeridas.

La revisión termográfica de la instalación en carga es muy recomendable puesto que es el único método para la detección prematura de defecto en equipos y en contactos eléctricos.

A continuación se muestran los protocolos tipo establecidos por la Junta de Castilla y León para el mantenimiento de líneas de Alta Tensión y los Centros de Transformación

- Mantenimiento de líneas de Alta Tensión:

OPERACIONES MÍNIMAS OBLIGATORIAS (Comprobaciones, mediciones, acondicionamiento, trabajo de limpieza, etc.)

DISTANCIAS DE SEGURIDAD:

- Al terreno.
- Cruzamientos.
- Pasos por zonas (bosques, etc.).
- Paso por zonas (edificios, etc.).

TIERRAS:

- Estado de conservación.
- Medidas de Puesta a Tierra.

ESTADO:

- Apoyos.
- Cimentaciones.
- Aisladores.
- Conductores.
- Protecciones.
- Otros.

ANTIescalOS (en apoyos de zonas frecuentes)

LÍNEAS SUBTERRÁNEAS (en zonas frecuentadas):

- Mediciones aislamientos (entre fases y fases/tierras).

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estado de botellas, arquetas y canalizaciones.
<p>PLACAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De numeración. ▪ De aviso de peligro.
<p>OBSERVACIONES.</p>

Tabla 4.1 Protocolos tipo establecidos por la Junta de Castilla y León para el mantenimiento de líneas de Alta Tensión.

- Mantenimiento de Centros de Transformación:

OPERACIONES MÍNIMAS OBLIGATORIAS (Comprobaciones, mediciones, acondicionamiento, trabajo de limpieza, etc.)

<p>TIERRAS (Estado de conservación y medidas de puesta a tierra):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De protección (herrajes, carcasas, etc.) ▪ De servicio (neutro de trafos, etc.) ▪ De autoválvulas, si procede.
<p>AISLAMIENTO (Medidas del trafo y líneas):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta/Baja. ▪ Alta/Tierra. ▪ Fase/Tierra. ▪ R/Tierra. ▪ S/Tierra.
<p>TRANSFORMADORES, PROTECCIONES, HERRAJES, ETC:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel de aceite de cada trafo. ▪ Estado de pintura de trafos y herrajes. ▪ Reapriete de bornas y conexiones. ▪ Comprobación visual de aisladores. ▪ Comprobación de elementos de conexión. ▪ Comprobación visual de autoválvulas y explosores. ▪ Enclavamiento de elementos de corte.
<p>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (Estado general y elementos de seguridad):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpieza general. ▪ Alumbrado de emergencia. ▪ Extintores adecuados y timbrado. ▪ Elementos de maniobra (guantes, banquetas, pértigas, etc.). ▪ Placas de primeros auxilios. ▪ Estado de fosas de drenaje.

FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LOS EQUIPO DE PROTECCIÓN.
VALLADO Y PLACAS DE AVISO.
COMPROBACIÓN DEL DISPARO DE LOS RELÉS.
OBSERVACIONES.

Tabla 4.2 Protocolos tipo establecidos por la Junta de Castilla y León para el mantenimiento de líneas de Centros de Transformación.

Con esta breve descripción se pretende informar al Titular de las Instalaciones de su obligación de mantener las instalaciones según la normativa que se refleja a continuación:

- Ley 21/1992, de 16 de Junio, Ley de Industria, Título V “Infracciones y sanciones” donde se especifica como infracción grave la inadecuada conservación y mantenimiento de instalaciones si de ello puede resultar un peligro para las personas, la flora, la fauna o el medio ambiente.
- Ley 3/1990, de 16 de Marzo, de Seguridad Industrial en Castilla y León, Art.11 donde se considera infracción grave en materia de seguridad el no contratar mantenimiento en aquellas instalaciones que estén obligadas por la normativa vigente o hacerlo con empresas autorizados.
- Decreto 11/1996, de 18 de Enero, por el que se regula la intervención de empresas de instaladores, mantenedores o conservadores y otras personas o entidades, en actividades derivadas de los Reglamentos de Seguridad Industrial.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo. Art 5 “Formación e información de los trabajadores” y Anexo I “Definiciones donde se establece la capacitación de los trabajadores para actuar en instalaciones eléctricas”.
- Real Decreto 3272/1982, que aprueba el Reglamento de Centrales Eléctricas, Subestaciones, y Centros de Transformación, Art 12 “Mantenimiento de instalaciones”. Art 13 “Inspecciones periódicas”.

5 Pliego de condiciones.

5.1 Objeto y campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de la red en Media Tensión, hasta 20 kV y Centro de Transformación en edificio de obra civil.

5.2 Transporte y campo de aplicación.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

La carga y descarga de las bobinas de cable, sobre camiones o remolque apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina. Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, estas se deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos a lo largo de sus tapas. El bloque de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable. En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán de perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que se apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cables que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, así mismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma; debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden por un suelo u otra superficie que se accidentada. Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para los cables.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se utilizó una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable, se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido con sentido descendente.

5.3 Emplazamiento.

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes:

- Características del terreno, referidas a cimentaciones y red de tierras.
- Accesibilidad: Como norma general se accederá al Centro de Transformación desde la vía pública, o desde una vía privada, siendo esta última accesible con su correspondiente servidumbre de paso.

La ubicación y los accesos deberán permitir:

- El movimiento y colocación de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de las instalaciones con medios mecánicos.
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que la realicen.
- El mantenimiento y sustitución del material que compone el mismo.

El lugar elegido para la construcción del Centro de Transformación debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como el transformador. Los accesos al Centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

5.4 Apertura de zanjas.

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Dirección de Obra.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida de 1,0 metros, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra extraída y el pavimento deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si fuera necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones de las zanjas serán, por lo general, de 1,0 m de profundidad, y 50 cm de anchura.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno, o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimiento en profundidad que sometan los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión. La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

5.5 Canalización.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones.

- Se colocarán en posición recta y horizontal y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de la zanja bajo calzada sea inferior a 80 cm, se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que en este caso dentro del mismo tubo deberán colocarse siempre las tres fases.
- Los cruces con vías férreas, cursos de aguas, etc., deberán proyectarse con todo detalle.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.
- Se debe evitar una posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización, situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

5.6 Reposición del terreno.

Las tierras sobrantes, así como los restos de hormigonado deberán ser extendidas, si el Propietario lo autoriza, o retiradas a un vertedero en caso contrario, todo lo cual será a cargo del Contratista. Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

5.7 Arquetas.

Cuando se construyan arquetas, estas serán de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias, para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

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

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes mediante tacos o ménsulas.

La situación de los tubos en la arqueta será aquella que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas serán registrables, y deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado, provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Las arquetas abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en un arqueta recién abierta, aconsejándose dejar transcurrir unos 15 minutos después de abierta, con el fin de evitar posibles intoxicaciones por gases.

5.8 Método de montaje.

Se ocupará el Contratista del estudio del tendido y elección de los emplazamientos del equipo y del orden de entrega de bobinas para conseguir que los empalmes queden situados, una vez tensado el conductor, fuera de los sitios que prohíbe la reglamentación. El conductor se sacará de las bobinas mediante el giro de las mismas. Las bobinas han de ser tendidas sin cortar el cable y sin que se produzcan sobrantes. Si en algún caso una o varias bobinas han de ser cortadas, por exigirlo así las condiciones del tramo tendido, el Contratista lo someterá a consideración de Director de Obra sin cuya aprobación no podrá hacerlo.

Durante el despliegue es preciso evitar el retorcido del conductor con la consiguiente formación de cocas, que reducen extraordinariamente las características mecánicas de los mismos. El conductor será revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no existe ningún hilo roto en la superficie ni abultamiento anormal que hicieran presumir alguna rotura interna.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tendido definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación de tendido.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que se garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puesto en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido. El radio de curvatura una vez instalado será de $10(D+d)$, siendo "D" el diámetro exterior del cable, y "d" el diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se pueden tender mediante cabestrantes, tirando del extremo de cable al que se habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo, siendo imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y constante de forma que no dañen el cable.

Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos de recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponer otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. Siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto de 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas, electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que una cuerda. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferiblemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que puedan producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5 m.

Antes del tendido se pasará por los tubos un testigo de dimensiones homologadas para verificar la limpieza interior así como ausencia de roturas o entorpecimientos en la canalización.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

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

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en obras, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

5.9 Centro de transformación.

5.9.1 Calidad de los materiales.

5.9.1.1 Obra civil.

El edificio destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el siguiente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El Centro será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.), tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación DB-SI y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimentos y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.

El material empleado en la fabricación de los prefabricados es hormigón armado. Se le tendrá que dar dosificación y vibrado adecuados para conseguir unas condiciones óptimas de resistencia (superior a 250 kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

Los muros del Centro deberán tener entre sus paramentos una resistencia mínima de 100.000 ohmios al mes de su realización. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm² cada una.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, no superarán los 30 dbA durante el periodo nocturno y los 55 dbA durante el periodo diurno.

Ninguna de las aberturas del Centro será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro. Las aberturas próximas a parte en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro, y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

En el caso en el que el transformador no vaya a ser instalado de inmediato y tenga que permanecer en almacén, este deberá ser cubierto, y no a la intemperie dejándolo dentro de la bolsa de plástico que lo protege de la acumulación de polvo u otros agentes, y sobre dos apoyos que lo mantengan separado de suelo un mínimo de 50 mm.

Antes de poner en servicio el transformador (en caso de haber estado almacenado un periodo de tiempo prolongado) se pondrá a tierra todas las partes activas de este para la descarga de posibles tensiones estáticas que se hayan podido producir. Se procederá a la meticulosa limpieza con aire seco (nunca con líquidos, aunque estos tengan un alto poder de evaporación) y a continuación se comprobará el aislamiento entre devanados y entre devanados y masa.

Se deberá poner a tierra las partes metálicas sin tensión mediante tornillos que a tal efecto se disponen en la parte derecha de las armaduras inferiores, y se colocará el neutro de Baja Tensión (sistema de neutro puesto a tierra).

Debe asegurarse la buena conexión de las bornas así como los cables, tanto de Alta Tensión como de Baja Tensión según los pares de apriete recomendados por el fabricante, respetando la distancia mínima entre estos y las partes más salientes del transformador y amarrando los cables a los muros o soportes para evitar esfuerzos sobre las conexiones del transformador.

Debe comprobarse que la posición del conmutador es la correcta, de acuerdo con la tensión de red. En caso de reajuste de tensión, se observará la placa de características para el correcto posicionamiento del conmutador. Se procederá a dicho cambio con el transformador sin tensión.

Una vez conectado el transformador se aplicará tensión sin carga, observándose durante una hora; se medirá la tensión en las bornas de Baja Tensión para comprobar su correcta conexión y regulación. A continuación se aplicará la carga progresivamente hasta su potencia de funcionamiento, prestando atención a su temperatura.

Para la prevención de ruidos causados por el transformador, se pueden utilizar los siguientes sistemas:

- Aislar la base del transformador con un material antivibratorio adecuado.
- Utilizar cables de Baja Tensión flexibles con soportes aislantes.
- Mantener una distancia mínima de 200 mm entre el transformador y los muros de la celda.
- No colocar rejillas o protecciones sujetas a las partes metálicas del transformador.

Para el mantenimiento del transformador se tomarán medidas y actuaciones previstas por el fabricante con la periodicidad indicada.

5.9.1.2 Equipos de medida.

El equipo de medida estará compuesto por un equipo de medida en Baja Tensión, normalizado por la Compañía Suministradora.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en la memoria.

5.10 Admisión de materiales.

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que se exigen en el presente pliego. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que en su opinión no ofrezcan las suficientes garantías.

Para aquellos materiales descritos en el siguiente proyecto que estén sujetos a las diferentes especificaciones bastará para su admisión verificar los Ensayos de Recepción indicados en las mismas.

A saber:

- Aparataje eléctrica.
- Conductores y terminales.

Para el resto de materiales, no se permitirá su empleo sin la previa aceptación del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomará como referencia las distintas Recomendaciones de UNESA, Normas UNE, etc., que les sean de aplicación.

A saber:

- Conductores de cobre desnudos.
- Conductores de cobre aislados.
- Grapas para la ejecución del electrodo de puesta a tierra.
- Pequeño material auxiliar (bridas, abrazaderas, herrajes, etc.)

5.11 Recepción de obra.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra verificará que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

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

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas de tierra, el protocolo de medición de las tensiones de paso y contacto y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

5.12 Pruebas reglamentarias.

La aparatada eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricadas.

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

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y contacto.

5.13 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

- Previsiones generales.
 - Queda terminantemente prohibido la entrada al local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, debe dejarlo cerrado con llave.
 - Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de “Peligro de muerte”.
 - En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del Centro de Transformación, como banqueta, guantes, etc.
 - No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del Centro de Transformación y en caso de incendio no se empleará agua.
 - No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque esté aislado.
 - Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
 - En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso de ser necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este Centro de Transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

- Puesta en servicio.
 - Se conectará primero los seccionadores de Alta, y a continuación el interruptor de Alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de Baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de Baja Tensión.
 - Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

- Separación de servicio.
 - Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado “Puesta en servicio”. Por tanto, primero se desconecta la red de Baja Tensión y luego se separa el interruptor de Alta y seccionadores.
 - Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
 - Si una vez puesto el Centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamenta y transformadores, no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del Centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos

los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del Centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la Compañía Suministradora de energía eléctrica.

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

- Prevenciones especiales.
 - No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
 - Para transformadores con líquido refrigerante (aceite o silicona) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60°C sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según la norma CEI.76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.
 - Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del Centro de Transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella

5.14 Certificados y documentación.

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

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto.
- Protocolos de ensayo del transformador.
- Protocolos de ensayo y verificación en origen de los transformadores de tensión e intensidad del equipo de medida.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento de la línea y del Centro.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica Suministradora.

6 Presupuesto.

6.1 Instalación de Alta Tensión.

MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TRABAJOS DE CONEXIÓN DE LA LÍNEA PROYECTADA A LA RED GENERAL	1,00	2.588,66	2.588,66
UD. TORRE DE 12/2000 FINAL DE LÍNEA	1,00	1.760,71	1.760,71
UD. JUEGO DE C/C DE EXPULSIÓN XS EN TORRETA CON PUESTA A TIERRA	1,00	1.103,20	1.103,20
UD. INTERCONEXIÓN EN M.T. ENTRE TRAFOS- LÍNEA SUBTERRÁNEA	1,00	8.058,76	8.058,76
UD. INTERCONEXIÓN DE B.T. ENTRE TRAFOS Y CUADRO CONTADOR	1,00	446,86	446,86
UD. GRUPO ELECTRÓGENO	1,00	289,32	289,32

Tabla 6.1 Presupuesto Instalación en Alta Tensión.

6.2 Instalación en Baja Tensión.

6.2.1 Protección de líneas.

MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMARIO POLIESTER P/DIST, IP-65	1	1.569,94	1.569,94

Tabla 6.2 Presupuesto Protección de Líneas.

6.2.2 Líneas de Baja Tensión.

MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	----------	--------	---------

ML. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA 1T 110, BAJO TIERRA IB	130,00	7,55	981,50
UD. APOYO PARA R.T DE B.T, HV 9/630, IB	1,00	430,38	430,38
UD. APOYO PARA R.T DE B.T, HV 9/250, IB	1,00	364,39	364,39
ML RED SUBT, B.T. 4x(1x50) mm ² , BAJO TIERRA CANALIZACIÓN EXISTENTE	140,00	5,73	802,20
ML TENDIDO DE CABLE RZ 3x50/54,6" AL, TENSADO EN APOYOS	92,00	4,37	402,04
UD. SUPLEMENTO AMARRE PARA N/F, P/P.H, IB	4,00	28,48	113,92
UD CONVERSIÓN AÉREA A SUBTERRÁNEO CON TUBO DE PVC EN POSTE	1,00	58,05	58,05

Tabla 6.3 Presupuesto Línea de Baja Tensión.

6.3 Desmontables.

MEDIDAS	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
P/A DESMONTAJE DE LÍNEAS A.T. B.T. AÉREAS	1,00	814,91	814,91

Tabla 6.4 Presupuesto Desmontables.

6.4 Documentación de la instalación.

MEDIDAS	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
UD. PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA	1,00	884,11	884,11

Tabla 6.5 Presupuesto Documentación.

6.5 Centro de transformación.

MEDIDAS	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	----------	--------	---------

EDIFICIO PREFABRICADO HORMIGÓN TIPO PFU-3	1,00	11.612,50	11.612,50
CELDA LÍNEA SF6 CGMCOSMOS-L	1,00	3.873,60	3.873,60
CELDA PROTECCIÓN TRAF0 FUSIBLES SF6 CSMCOSMOS-P	1,00	3.635,94	3.635,94
FUSIBLE MT 24 kV APR	3,00	105,72	317,16
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 50 kVA, 20/0,4 kV	1,00	3.965,66	3.965,66
RED TIERRAS EXT PROTECCIÓN TRAF0 (ANILLO RECTANGULAR)	1,00	1.425,00	1.425,00
RED TIERRA EXT SERVICIO TRAF0 (PICAS ALINEADAS)	1,00	700,00	700,00

Tabla 6.6 Presupuesto Centro de Transformación.

TOTAL DE LA EJECUCIÓN MATERIAL: 45.658, 55 EUROS (IVA NO INCLUIDO).

7 Estudio Básico de Seguridad y Salud.

7.1 Objeto.

El Objeto de este documento es dar cumplimiento a lo establecido por el Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Por las características de la obra procede el presente Estudio básico de seguridad para la ejecución de obras MT y BT, a tenor de lo indicado en el RD 1.627/1.997 dado que la ejecución de los trabajos no se encuentra en ninguno de los cuatro supuestos que prevé el artículo 4.1 del citado Real Decreto.

7.2 Ámbito de aplicación.

El ámbito de aplicación del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, corresponde exclusivamente a la obra descrita en el presente proyecto.

7.3 Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra.

7.3.1 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- El contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el presente estudio básico.
- El plan de seguridad y salud en el trabajo es la consecuencia de la evaluación de riesgos y la posterior planificación de la actividad preventiva en relación con los puestos de trabajo en obra. El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra, por el Director facultativo de la misma, que actuará como coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra en caso de que esa figura sea necesaria.
- El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que Proyecto de Línea Eléctrica de Alta Tensión 107 puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Director facultativo de la misma. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

7.3.2 Obligaciones de los contratistas y subcontratistas.

- Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de obra contemplados en el Artículo 10 del Real Decreto 1.627/1.997.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV por el Real Decreto 1.627/1.997 durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o en su defecto la dirección facultativa.
- Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Las posibles responsabilidades de Eléctrica, no eximirán de sus responsabilidades a la Dirección facultativa de la obra, a los contratistas y a los subcontratistas.

7.3.3 Obligaciones de los trabajadores autónomos.

- Los trabajadores autónomos estarán obligados a:
 - Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.
 - Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad establecidas por el Real Decreto 1.627/1.997 más las establecidas en el presente estudio básico de seguridad.
 - Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
 - Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
 - Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1.215/1.997, de 8 de Julio, por el que se establecen las disposiciones

- mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su defecto, de la dirección facultativa.
- Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

7.3.4 Obligaciones del director facultativo de obra.

(Que además actuará como coordinador en materia de Seguridad y de Salud durante la ejecución de la obra, en caso de que esta figura sea necesaria)

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:
 - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
 - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

7.3.5 Libro de incidencias.

- Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud existirá en la oficina de obra un libro de incidencias que constará con hojas por duplicado, habilitado al efecto. Este libro será facilitado por el Colegio Profesional del colegiado que firma este estudio básico de seguridad y salud.
- El libro de incidencias estará siempre en obra en poder de la Dirección facultativa de la obra, o en su caso, del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o en su defecto la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso:
 - El Técnico de Eléctrica responsable de la obra.
 - Los contratistas.
 - Los subcontratistas.

- Los trabajadores autónomos.
- Las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra.
- Los representantes de los trabajadores.
- Los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes.
- Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la Dirección facultativa, estará obligada a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

7.3.6 Paralización de los trabajos.

- Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando la Dirección facultativa de la obra, o en su caso, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.
- En el supuesto considerado en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

7.3.7 Otras normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra.

- Normas específicas de la construcción.
 - ORDEN de 28 de agosto de 1970, por la que se aprueba la Ordenanza de trabajo de construcción, vidrio y cerámica (BOE 17/10/70)
 - ORDEN de 9 de marzo de 1971, por el que se aprueba la Ordenanza general de seguridad e higiene en el Trabajo (TÍTULO II)
 - Prescripciones de seguridad e higiene en el trabajo, recogidas dentro de las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE como consecuencia del Artículo 1 de la LPRL.
- Normas generales.
 - Estatuto de los Trabajadores (RDL 1/1.995)
 - Ley General de la Seguridad Social (RDL 1/1994)
 - Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales
 - RD 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
 - RD 1407/1.992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

- RD 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 486/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- RD 664/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de quipos de protección individual.
- RD 1215/1.997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Normas y Reglamentos de las empresas de distribución de energía eléctrica
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión.
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión REAL DECRETO 223/2008 de 15 de Febrero.
- Reglamento de condiciones técnicas y garantías de seguridad en CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
- Normas del Grupo ENDESA y, en su defecto, Normas de Sevillana I que no hayan sido derogadas por las del Grupo ENDESA.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones eléctricas, de AMYS-UNESA.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos mecánicos y diversos, de AMYS-UNESA.
- Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la industria eléctrica AMYS-UNESA.
- Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

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

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.

- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Medicina preventiva y primeros auxilios.
 - Las contratistas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.
 - El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, Ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

7.4 Riesgos de la obra.

7.4.1 Identificación de riesgos laborales en obra.

El contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen si son necesarios, como mínimo los riesgos que se relacionan a continuación:

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de objetos
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- Choques y golpes
- Atrapamientos
- Cortes
- Proyecciones (partículas sólidas y líquidas)
- Contactos térmicos y arco eléctrico
- Sobreesfuerzos
- Ruido
- Vibraciones
- Radiaciones no ionizantes
- Ventilación
- Iluminación
- Carga Física
- Vehículos, maquinaria automotriz, tráfico

7.4.2 Propuestas de medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir los riesgos laborales en obra.

A fin de controlar y reducir los riesgos relacionados en el apartado anterior, se establecen de uso obligatorio las siguientes medidas preventivas y protecciones técnicas para la realización de los trabajos:

- Protecciones de la cabeza.

Cascos de seguridad aislante con barboquejo para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas **C.E.** indicando la función a que van destinados así como el aislamiento eléctrico.

- Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.
- Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica / contra arco eléctrico.

- Gafas contra proyección de partículas en trabajos con cortadora de disco o similar.
- Protecciones del cuerpo.
 - Cinturones de seguridad para trabajos con riesgo de caída desde una altura de más de 3 metros.
 - Ropa de Trabajo adecuada a las tareas a realizar.
- Protecciones de extremidades superiores.
 - Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
 - Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán homologados y cada guante deberá llevar en sitio visible un símbolo con doble triángulo, identificación del fabricante, categoría, clase, mes y año de fabricación.
 - Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas y en conformidad a la norma UNE-EN 60900 sobre herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.
- Protecciones de extremidades inferiores.
 - Botas de seguridad de categoría II homologadas.
- Protecciones colectivas.

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a:

- Maniobras con aparatos eléctricos de BT o AT, medidores de tensión, equipos de puesta a tierra, etc. necesarios para realizar los trabajos en condiciones de máxima seguridad.
- Para realizar estos tipos de trabajos deben coordinarse con el responsable técnico de los mismos. Este responsable será el único que conceda permisos para cualquier tipo de maniobra que se realice. Son de uso obligatorio elementos que señalicen la zona en que se realicen este tipo de trabajo.
- Apertura de zanjas o socavones que deberán estar convenientemente balizadas y señalizadas.
- Trabajos en andamios.

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho mínimo de 60 cm. Y estará construida con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 metros de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante cinturón de seguridad.
- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.
- Trabajos con escalera de mano.

- Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:
- Queda prohibido el empalme de dos escaleras, salvo que cuenten con los elementos especiales para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, nunca serán metálicas su manejo será vigilado directamente por el jefe del trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 25 Kg sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca en los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Las usadas para el acceso a planos elevados, tendrán una longitud suficiente para rebasar en 1 metro el punto superior de apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- No se deben usar las escaleras de mano como pasarelas y el ascenso, trabajo y descenso debe hacerse con las manos libres, de frente a la escalera, agarrándose a los peldaños o largueros.
- Cuando no se empleen la escalera, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán, pero nunca se pintarán.
- Trabajos en altura.
 - Se deberán usar cinturones de seguridad en todo trabajo que por su elevada situación o cualquier otra causa, presenten peligro de caída de más de 3 metros, o bien arnés de seguridad para aquellos trabajos que requieran desplazamientos del usuario con posibilidad de caída libre.
 - El cinto de seguridad se debe sujetar en puntos fijos y resistentes, como pueden ser cuerdas sujetas a techos, horquillas metálicas o cualquier otro elemento estructural de la construcción.
 - Queda prohibido sujetar el cinto en máquinas o andamios.
 - El cinto debe estar siempre ajustado a la cintura y sujeto en puntos que deben estar preferentemente sobre el nivel de la cintura.
 - Se mantendrán siempre en buenas condiciones de limpieza y almacenaje, desechándose en caso de apreciar deformaciones, roturas, pérdida de flexibilidad, etc.
- Herramientas eléctricas y lámparas portátiles.
 - Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.
 - La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no excederá de 250 V. con relación a tierra y serán de clase II o doble aislamiento.
 - Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

- Toda herramienta utilizada deberá cumplir las prescripciones en materia de seguridad que establece el R.D. 1215/1997 para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Trabajos con cortadora de discos.
 - Cuando se use estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo como mínimo 1 cm de su parte superior.
 - Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.
- Equipos de soldadura.
 - Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.
 - Con carácter general en todos los trabajos se usarán guantes y gafas protectoras.
 - Los motores generadores, los rectificadores o los transformadores de las máquinas, y todas las partes conductoras estarán protegidos para evitar contactos accidentales, con partes en tensión, estando conectados los armazones a tierra.
 - Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como de las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantallas para proteger las manos del calor de los arcos. En caso contrario se utilizarán guantes.
- Lámparas eléctricas portátiles.
 - Estas lámparas deben responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de clase II y la tensión de utilización no será superior a 250 V., siendo como máximo de 245 voltios cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.
- Trabajos con maquinaria automotriz.
 - El uso de cualquier máquina automotriz como retroexcavadoras, camiones hormigonera o camiones grúa, será llevado a cabo por personal cualificado. Los trabajos se realizarán bajo la supervisión del jefe de trabajos, con especial atención a las distancias de seguridad a zanjas, taludes, líneas, etc., así como a la permanencia de personal en las cercanías de la misma.
- Trabajos con martillo neumático.
 - Se prohibirá a personal no autorizado el uso de este tipo de maquinaria.
 - Se utilizarán los EPIs necesarios para la reducción de los riesgos derivados de las vibraciones, proyecciones, polvo, ruido, etc., que su uso provoque.
 - No se abandonará nunca el martillo conectado al circuito de presión o con la barrena hincada.

- Los equipos compresores utilizados estarán en posesión de expediente de control de calidad, y con dispositivos de seguridad y válvulas taradas y revisiones de seguridad periódicas realizadas.
- Trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de A.T. en tensión.
 - En la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión o en el interior de celdas en tensión, es obligatorio que el trabajo se haga por parejas de operarios, con el fin de tener mejor vigilancia y más rápido auxilio en caso de accidente. Siendo de obligado cumplimiento la normativa operacional de que dispone para ello Eléctrica.
- Trabajos con maniobras en aparatos de B.T.
 - No se procederá a ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal (botas y guantes dieléctricos y pantallas protectoras). Así como, mantas aislantes, banquetas, pértigas,
 - etc.
 - Cuando se realicen trabajos sin tensión se aislarán las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.
 - Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas o electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.
- Trabajos con maniobras en equipos de A.T.
 - No se procederá a efectuar ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado al responsable de los trabajos.
 - Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre sin tensión, salvo que se trate de trabajos en tensión con técnicas específicas, que no son objeto de este documento
 - Se prohíbe realizar trabajos en las instalaciones de alta tensión, sin adoptar las llamadas 5 reglas de oro:
 - ✓ Dejar abiertas todas las fuentes de tensión, mediante aparamenta que asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo.
 - ✓ Enclavar o bloquear, si es posible, y señalar la aparamenta que se deja abierta.
 - ✓ Comprobar, mediante equipo adecuado, la ausencia de tensión.
 - ✓ Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes y entradas de tensión.
 - ✓ Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.
 - Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los

- conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.
- En cualquier caso, para cualquier trabajo a realizar en la obra las contratas se atenderán a lo dispuesto por el Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de Octubre, en su Anexo IV Parte B (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales), y Parte C (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales).
 - Trabajos con grúas móviles autopropulsadas.
 - La utilización de este tipo de maquinaria se llevará a cabo siempre por personal cualificado, que deberá acreditar su formación y conocimientos mediante el correspondiente carné de operador de grúa móvil autopropulsada.
 - Se tendrán en cuenta los riesgos derivados tanto del desplazamiento de cargas como estabilidad de la grúa y riesgo eléctrico en trabajos en proximidad de líneas aéreas eléctricas.
 - Durante las maniobras se prohíbe permanecer bajo la carga a toda persona. No se realizarán las maniobras si las condiciones del terreno no ofrecen la suficiente estabilidad y no se llevarán a cabo trabajos en proximidad de líneas aéreas sin cumplir las correspondientes distancias de seguridad, entre esta y la pluma, cables, carga o cualquier parte de la grúa.
 - Trabajos en recintos confinados subterráneos o con escasez de ventilación.
 - En aquellos trabajos en los que sea imprescindible el acceso a recintos cuya atmósfera pudiera no tener oxígeno en cantidad suficiente o contener sustancias tóxicas o nocivas, se deberán adoptar las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los trabajadores.
 - Caso de acceder a recintos confinados es obligatorio que exista vigilancia permanente desde el exterior que pueda dar la voz de alarma y cuando se observe la posibilidad de existencia de atmósfera tóxica o nociva, es obligado el uso de equipos de oxígeno, mascarillas, etc. teniendo en cuenta la carga física y el método de trabajo a realizar.
 - Trabajos de apertura de zanjas.
 - En los trabajos de apertura de zanjas se tendrá siempre en cuenta las condiciones del terreno, debiendo entibarse la zanja cuando se supere la profundidad de 1,5 m o cuando las características del terreno así lo aconsejen.
 - Se realizará un estudio de las distintas canalizaciones que puedan discurrir por la zona, señalizándose convenientemente toda la zona de trabajo mediante cinta o bien barandilla de altura mínima de 1 metro, para el caso que se prevea circulación de personas o proximidad de vehículos en las inmediaciones.
 - Se podrán utilizar medios mecánicos o manuales hasta la protección de los servicios, a partir de dicha protección solo se utilizarán medios manuales para quitar la arena y descubrir los conductores.

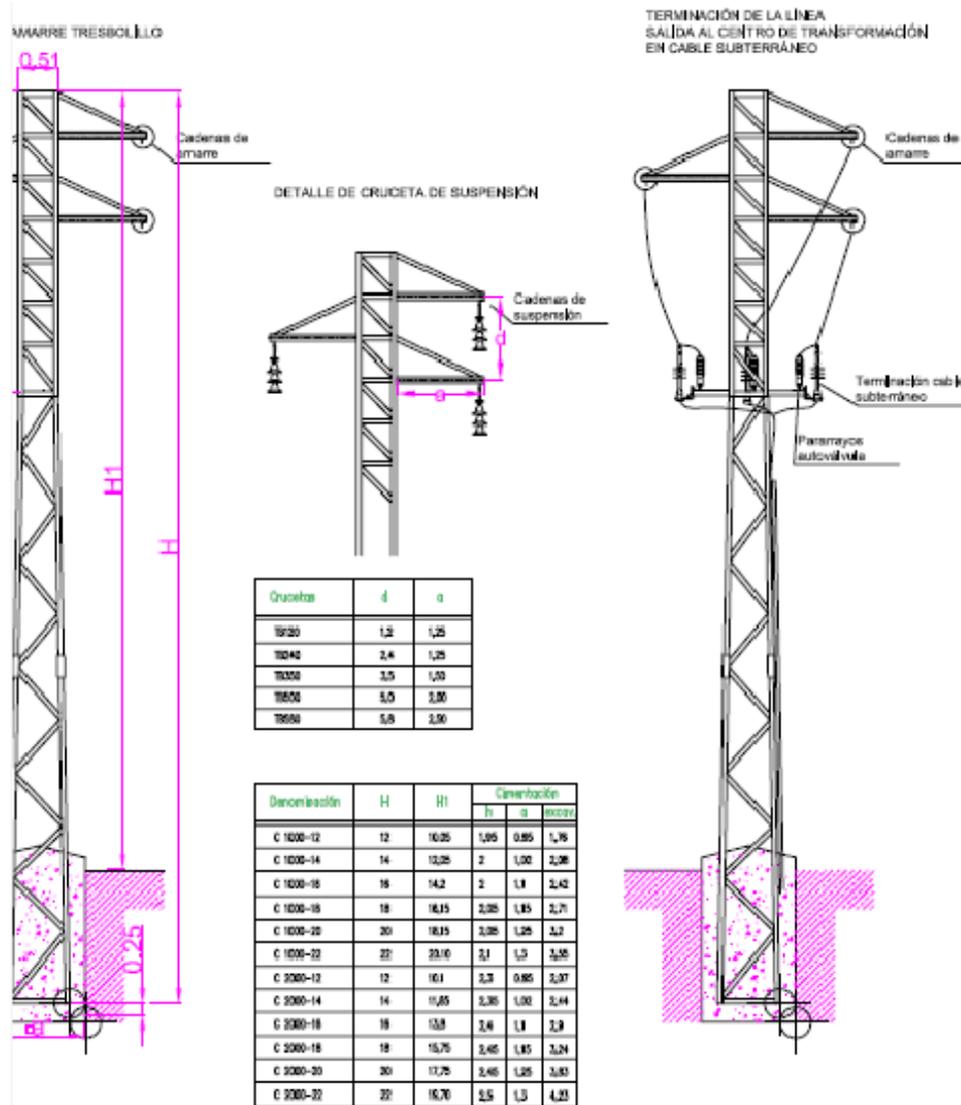
7.5 Información útil para posibles trabajos posteriores de mantenimiento y conservación.

El Contratista debe contemplar en el Plan de Seguridad y Salud que debe elaborar, o en anexo posterior al mismo que debe hacer llegar a Eléctrica, cualquier información que convenga ser tenida en cuenta por personal de Eléctrica S.L. o ajeno, en aras a la Seguridad y Salud laboral en trabajos posteriores de operación, mantenimiento y/o conservación de las instalaciones y/o construcciones ejecutadas en la obra objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

7.6 Conclusión al Estudio Básico.

Considerando suficiente lo expuesto, esperamos que este proyecto merezca la aprobación de la Administración, concediendo la correspondiente autorización administrativa.

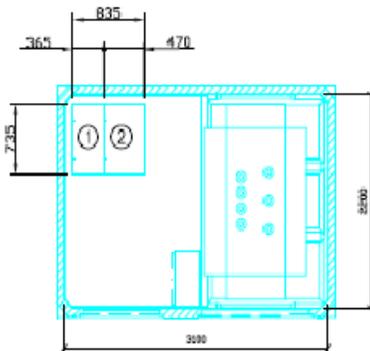
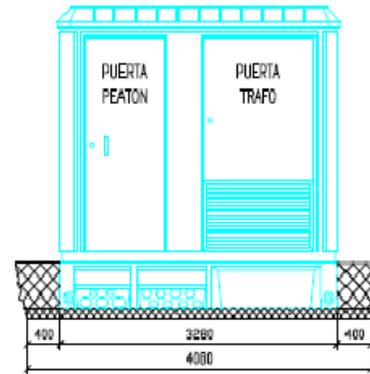
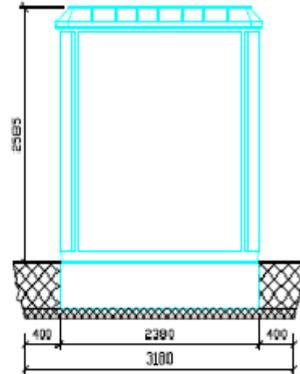
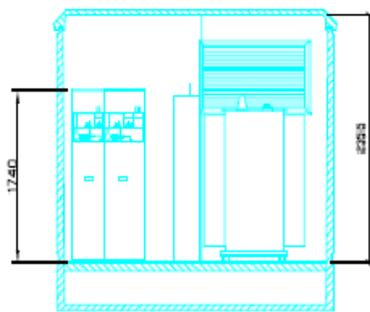
8 Planos



UNIVERSIDAD DE LEÓN	
E ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE Línea eléctrica y aérea con Centro de Transformación	
PLANO DE	Perfil de la línea
ESCALA	1:5000
FECHA	20/11/2015
Fdo.: <u>Álvaro González Nieto</u>	
PLANO Nº 1	



		UNIVERSIDAD DE LEÓN		
		ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS		
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA				
PROYECTO DE	Línea eléctrica y aérea con Centro de Transformación			
PLANO DE	Plano de situación			
ESCALA	1:5000	Fdo.: <u>Álvaro González Nieto</u>	PLANO Nº	
FECHA	20/11/2015		2	



Centro de Transformación
Tipo PFU-3. Pot=50 kVA.



 UNIVERSIDAD DE LEÓN 	
E ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE Línea eléctrica y aérea con Centro de Transformación	
PLANO DE	Centro de Transformación
ESCALA	1:5000
FECHA	20/11/2015
Fdo.: <u>Álvaro González Nieto</u>	
PLANO Nº 3	

Lista de referencias

[1] Lista de referencias bibliográficas mencionadas en el texto, numeradas y colocadas en orden alfabético de su primer autor.

<http://es.slideshare.net/pampino321/aislador-cadena>

<http://www.ingenierosenenergia.com/normativa/MT%202-23-30.pdf>

<http://www.catastro.meh.es/>

<https://www.google.es/maps>

<http://sigpac.magrama.es/fega/h5visor/>

<http://abierto.toledo.es/open/urbanismo/10-UNIDAD%20DE%20ACTUACION%20UA-28/PROYECTO%20MEDIA%20TENSION/PROYECTO%20MT.pdf>

<http://www.plataformadecontractacio.caib.es/DocumentoAdjuntoView?idLicitacion=30172&idTipoDocumento=20>

http://www.generalcable.es/DesktopModules/Carver_Catalogo/CatalogoPDFGenerator.aspx?id=127&idioma=1&portal=1&culture=es-ES

<http://www.trafojara.com/index.php>

<http://www.ormazabal.com/sites/default/files/descargas/IG-032-ES-04.pdf>

Apuntes de clase sobre líneas eléctricas.

Proyectos reales.